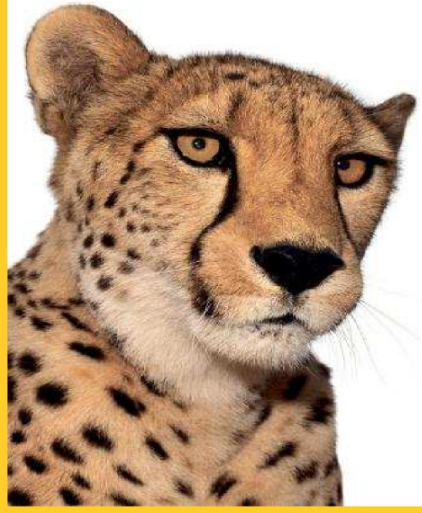
€ 4,90

MARZO 2018

NATIONAL GEOGRAPHIC ITALIA

Breve storia della Vita

Come e perché gli organismi sono diventati complessi



LA TERRA VISTA DAGLI ASTRONAUTI | VALLE D'AOSTA ROMANA

ONE STRANGE ROCK: PIANETA TERRA
IN ONDA SU NATIONAL GEOGRAPHIC DAL 27 MARZO

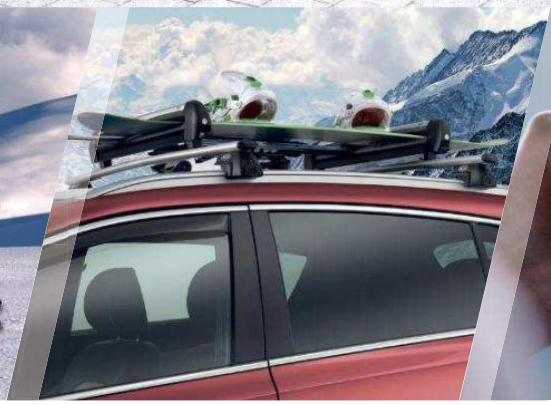
NATIONAL GEOGRAPHIC IN ITALIANO - MENSILE DEL 1 MARZO 2018 - VOL. 41 N.3 • POSTE ITALIANE SPED. IN A.P. - D.L. 353/2003 CONV. L. 46/2004, ART. 1, C. 1, DCB - MILANO

7 ANNI KIA GARANZIA

kia.com

Kia Service.

Un milione di ragioni per sorridere all'inverno.



Scopri le promozioni Kia Service dedicate alla stagione invernale.

Sfida l'inverno, assicurati il meglio con un appuntamento in Kia Service.
Nessun clima è ostico con Kia Service... se possiedi un'auto con più di 4 anni con il programma TUTTO KIARO puoi ottenere sconti esclusivi sui Ricambi Originali KIA per una vettura sempre perfetta.
In tutte le stagioni e per ogni auto c'è il programma di manutenzione prepagata KIA CARE con un numero definito di tagliandi e controlli a prezzi competitivi.
Scopri inoltre le incredibili promozioni Winter Kia Service che trovi all'interno del Portale MyKia: entra nella sezione dedicata e scarica i vouchers, beneficia dell'imperdibile occasione di acquistare un nuovo Kia Sportage con una promozione pensata solo per te[1].
Queste sono solo alcune delle milioni di ragioni che ti aspettano nel tuo Kia Service di fiducia, prenota subito il tuo check up!

KIA RECOMMENDS | Shell HELIX Motor oils | Iscriviti a: MyKia

KIA

The Power to Surprise

Limitazioni garanzia* e dettagli offerta promozionale validi fino al 28/02/2018[1]
*Garanzia 7 anni o 150.000 km escluso parti e/o componenti che hanno un limite naturale legato alla loro deperibilità temporale come: batterie (2 anni chilometraggio illimitato), sistemi audio, video, navigazione (3 anni / 100.000 km). Taxi o vetture destinate al noleggio con conducente (NCC): 7 anni o 150.000 Km, escluso il chilometraggio illimitato per i primi tre anni. Condizioni valide su ogni vettura Kia venduta dalla Rete Ufficiale di Kia Motors nel territorio della UE. Dettagli, limitazioni e condizioni su www.kia.com e nelle Concessionarie.
Nuova Kia Sportage: consumo combinato (l/100 km) da 4,6 a 7,5. Emissioni CO_2 (g/km) da 119 a 175. Annuncio pubblicitario con finalità promozionale. [1]Offerte dedicate solo agli iscritti al portale MyKia all'interno del sito kia.com e valide su tutti i modelli della gamma Kia, fino al 28/02/2018. Offerta cumulabile con altre iniziative in corso. L'immagine è inserita a titolo di riferimento.

SOMMARIO

MARZO 2018 • VOL. 41 • NO. 3 • RIVISTA UFFICIALE DELLA NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

I REPORTAGE

22 | OLTRE LA BIGLIA BLU
Gli astronauti raccontano la bellezza della Terra dall'alto.
di Nadia Drake
fotografie di Martin Schoeller

NESPOLI E LA NOSTRA COPERTINA COSMICA
National Geographic Italia nello spazio.
di Alessandro Barteletti

2 | QUANDO LA VITA SI COMPLICÒ
Come e perché gli organismi della Terra sono diventati complessi?
di David Quammen
fotografie di David Liittschwager

42 | MIGRAZIONI EPICHE
Gli uccelli compiono viaggi lunghissimi, nonostante l'uomo.
di Judhijit Bhattacharjee
fotografie di Stephen Wilkes

66 | LE ISOLE DEI VIAGGIATORI VOLANTI
Le isole italiane sono tappe importanti per gli uccelli migratori.
di Gioia Reffo

68 | ADDIO LAGHI
Alcuni degli specchi d'acqua più grandi si stanno prosciugando.
di Kenneth R. Weiss

90 | ROMA, VALLE D'AOSTA
L'Aosta dell'imperatore Augusto sorprende ancora gli archeologi.
di Enrico Martinet
fotografie di Stefano Torrione

LE RUBRICHE

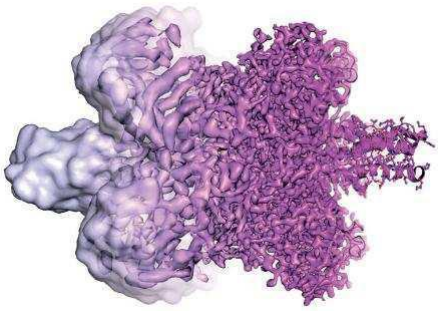
EDITORIALE

ANTEPRIMA

3 DOMANDE
Bruna Tadolini

L'OROLOGIAIO MIOPE
Il pappagallo dispettoso

EXPLORE
Superfunghi alla riscossa
La tazzina che allunga la vita
Design salutare
Un robot in pediatria
Stampami quell'orecchio
Il sorriso dell'atomo



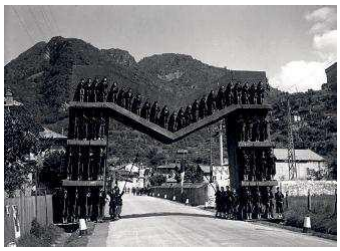
VISIONS

LA MIA FOTO

NEL PROSSIMO NUMERO

NATIONAL GEOGRAPHIC IN TV

ARCHIVIO ITALIANO
Il potere del cattivo gusto



OLTRE

In copertina Gli animali che conosciamo oggi sono frutto di un lungo processo evolutivo, che oggi comprendiamo meglio grazie ai fossili. *Le fotografie sono di David Liittschwager*

The National Geographic Society
is a global nonprofit membership organization committed to exploring and protecting our planet.

NATIONAL GEOGRAPHIC

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY
PRESIDENT AND CEO **Gary E. Knell**
BOARD OF TRUSTEES
CHAIRMAN: Jean N. Case
VICE CHAIRMAN: Tracy R. Wolstencroft
Brendan P. Bechtel, Michael R. Bonsignore, Katherine Bradley, Ángel Cabrera, Jack Dangermond, Alexandra Grosvenor Eller, Gary E. Knell, Jane Lubchenco, Mark C. Moore, George Muñoz, Nancy E. Pfund, Peter H. Raven, Edward P. Roski, Jr., Frederick J. Ryan, Jr., Anthony A. Williams

RESEARCH AND EXPLORATION COMMITTEE
CHAIRMAN: Peter H. Raven
VICE CHAIRMAN: Jonathan Baillie
THE HUMAN JOURNEY: Eleanor King, Sheryl Luzzadder-Beach, Yungshih Lee, Lisa Matisoo-Smith, Jan Nijman, John O'Loughlin, Jerry Sabloff, Chris Scarre, Rasmi Shoocongdej, Jamie Shreeve, Monica Smith, Chris Thornton, Wirt Wills
OUR CHANGING PLANET: Paul Baker, Helen Fox, Kirk Johnson, Yoshi Kobayashi, Steve Palumbi, Birger Schmitz, Lars Werdelin, Steve Zeeman
WILDLIFE AND WILD SPACES: Kamal Bawa, Jae Chun Choe, Leonida Fusani, Siebo Heinken, Diane Husic, Sandra Knapp, Jonathan Losos, Kathy Moran, Carolina Murcia, Manfred Niekisch, Naomi Pierce, Madhu Rao, Tom Smith, Yuuki Watanabe, Catherine Workman
EXPLORERS-IN-RESIDENCE
Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron, Sylvia Earle, J. Michael Fay, Beverly Joubert, Dereck Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey, Enric Sala
FELLOWS
Katy Croff Bell, Steve Boyes, Zeb Hogan, Charlie Hamilton James, Corey Jaskolski, Mattias Klum, David Lang, Erika Larsen, Thomas Lovejoy, Arthur Middleton, Pete Muller, Sarah Parcak, Joe Riis, Paul Salopek, Joel Sartore, Shah Selbe, Brian Skerry, Jer Thorp

NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS
CEO **Declan Moore**
SENIOR MANAGEMENT
CHIEF MARKETING OFFICER: Jill Cress
EDITORIAL DIRECTOR: Susan Goldberg
CHIEF FINANCIAL OFFICER: Marcela Martin
GLOBAL NETWORKS CEO: Courteney Monroe
CHIEF COMMUNICATIONS OFFICER: Laura Nichols
EVP SALES AND PARTNERSHIPS: Brendan Ripp
EVP BUSINESS AND LEGAL AFFAIRS: Jeff Schneider
EVP DIGITAL PRODUCT: Rachel Webber
EVP CONSUMER PRODUCTS AND EXPERIENCES: Rosa Zeegers
BOARD OF DIRECTORS
CHAIRMAN: Peter Rice
Jean M. Case, Randy Freer, Gary E. Knell, Kevin J. Maroni, James Murdoch, Lachlan Murdoch, Frederick J. Ryan, Jr.
INTERNATIONAL PUBLISHING
SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrossian Boyle
Ariel Deiaco-Lohr, Gordon Fournier, Kelly Hoover, Jennifer Jones, Jennifer Liu, Rossana Stella

La National Geographic Society
è un'organizzazione non profit internazionale il cui scopo è l'esplorazione e la salvaguardia del pianeta.

Copyright © 2018 National Geographic Society. All rights reserved. National Geographic and Yellow Border: Registered Trademarks ® Marcas Registradas. National Geographic assumes no responsibility for unsolicited materials.

Printed in U.S.A.

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE
EDITOR IN CHIEF **Susan Goldberg**
MANAGING EDITOR: David Brindley
EXECUTIVE EDITOR DIGITAL: Dan Gilgoff
EXECUTIVE EDITOR SCIENCE: John Hoeffel
DIRECTOR OF PHOTOGRAPHY: Sarah Leen
EXECUTIVE EDITOR NEWS AND FEATURES: David Lindsey
EXECUTIVE EDITOR CULTURE: Debra Adams Simmons
CREATIVE DIRECTOR: Emmet Smith

INTERNATIONAL EDITIONS
EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak
DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith
TRANSLATION MANAGER: Beata Kovacs Nas
EDITORIAL SPECIALIST: Leigh Mitnick

Rispetta la mia natura.

Non tutti gli ingredienti sono uguali e il suo istinto naturale lo sa.
Per questo nelle ricette HFC umido usiamo **solo carne o pesce in origine idonei al consumo umano** che ora sono diventati alimento per gatti per sola scelta commerciale*.
Questo garantisce a te una chiara identificazione dell'origine degli ingredienti e al tuo gatto il miglior apporto naturale di proteine animali per un corretto equilibrio alimentare e benessere psicofisico.
Anche questo significa rispettare la sua vera natura.

HFC

almo nature
OWNED BY THE ANIMALS

almonature.com

* Secondo il Regolamento (CE) N. 1069/2009 art. 10, comma a)

OUTDOOR EXPO.EU

SPORT E TURISMO

2·3·4 MARZO 2018

BOLOGNA

Quartiere Fieristico

Tracce.com

www.outdoorexpo.eu

an event by Bologna Fiere

seguici su

EUDI european dive show — In contemporanea 26°edizione

L'Africa vista dallo spazio al museo della Culla dell'Umanità dl Maropeng, in Sudafrica, dove è stato ritrovato un fossile di ominide di 2,3 milioni di anni fa.

CRONISTORIA DELLA TERRA, IN 24 ORE

Facciamo un piccolo esperimento. Per quanto ne sappiamo, la Terra è nata circa 4,5 miliardi di anni fa. Allora fissiamo l'ora zero nel momento della formazione del pianeta e immaginiamo di raccontare il film della vita sulla Terra come se questi 4,5 miliardi di anni durassero appena 24 ore. La vita sulla Terra ha origine, minuto più minuto meno, alle 3.44, ma i primi organismi pluricellulari si sviluppano solo dopo mezzogiorno, verso le 12.50. Per veder evolvere la riproduzione sessuata dobbiamo aspettare fino alle 18, o poco più.

Il nostro film comincia a diventare un po' meno monotono tra le 20.58 e le 21.15, quando in rapida successione fanno irruzione sulla scena artropodi e pesci. Alle 21.30, sorpresa: solo ora vediamo apparire le prime piante terrestri. Un'altra mezz'ora e si presentano gli anfibi, i primi animali capaci di vivere almeno in parte sulla terraferma, seguiti dai rettili, verso le 22.17. Alle 22.48 è l'ora dei dinosauri, che dominano il pianeta. La pacchia dura quasi un'ora, fino alle 23.40. Nel frattempo si sono affacciati i mammiferi (22.56) e gli uccelli (23.12).

Negli ultimi minuti il film accelera a una velocità ubriacante. Alle 23.55 e 30 secondi è il momento delle prime grandi scimmie, dalle quali i nostri antenati si separano intorno alle 23.57 e 45 secondi. Il genere *Homo* nasce alle 23.59 e 12 secondi. In un sospiro di sollievo, *Homo sapiens* spunta a 4 secondi dalla fine e lascia l'Africa quando mancano 1,3 secondi. Solo a 23 centesimi di secondo dall'epilogo questa specie ingegnosa inventa l'agricoltura. E a meno di 4 millesimi di secondo dalla mezzanotte esplode la rivoluzione industriale.

Dovrebbe essere abbastanza da capire che la Terra non appartiene esclusivamente a noi.

Marco Cattaneo, *Direttore*

MARK EDWARD HARRIS, GETTY IMAGES

NATIONAL GEOGRAPHIC ITALIA

DIRETTORE RESPONSABILE
Marco Cattaneo

CAPO REDATTORE
Marina Conti

REDAZIONE
Valerio Gualerzi
Marco Pinna
Marella Ricci, *Grafica e layout*

VIDEOIMPAGINAZIONE
Rosaria Ceccarelli

SEGRETERIA E COORDINAMENTO EDITORIALE
Anna Maria Diodori

REDAZIONE WEB
Alessandra Clementi

WEB MASTER E SOCIAL MEDIA
Claudio Campanella

MARKETING
Lorenzo d'Auria

HA COLLABORATO
Alessandro Montemaggiori, *Ornitologia*

TRADUTTORI
Teresa Albanese
Federica Cuneo
Francesco Graziosi
Per Scriptum, Roma: Irene Inserra, Claudia Valeria Letizia

PUBBLICITÀ
A.Manzoni & C. S.p.A. Via Nervesa, 21
20139 Milano (italia)
Tel. (02) 574941 Fax (02) 57494953
www.manzoniadvertising.it

STAMPA
Puntoweb - Variante di Cancelliera snc.
Ariccia (RM)

ABBONAMENTI E ARRETRATI
GEDI Distribuzione S.p.A.
Tel. 0864.256266
Fax 02.26681991
email: abbonamenti@somedia.it
email: arretrati@somedia.it

Registrazione del Tribunale di Roma n. 652/97 del 2 dicembre 1997
ISSN 2499-0582

GEDI Gruppo Editoriale SpA

PRESIDENTE ONORARIO Carlo De Benedetti

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

PRESIDENTE Marco De Benedetti
AMMINISTRATORE DELEGATO Monica Mondardini

CONSIGLIERI
Massimo Belcredi, Agar Brugiavini, Elena Ciallie, Alberto Clò, Rodolfo De Benedetti, Francesco Dini, John Elkann, Silvia Merlo, Elisabetta Oliveri, Luca Paravicini Crespi, Carlo Perrone, Michael Zaoui

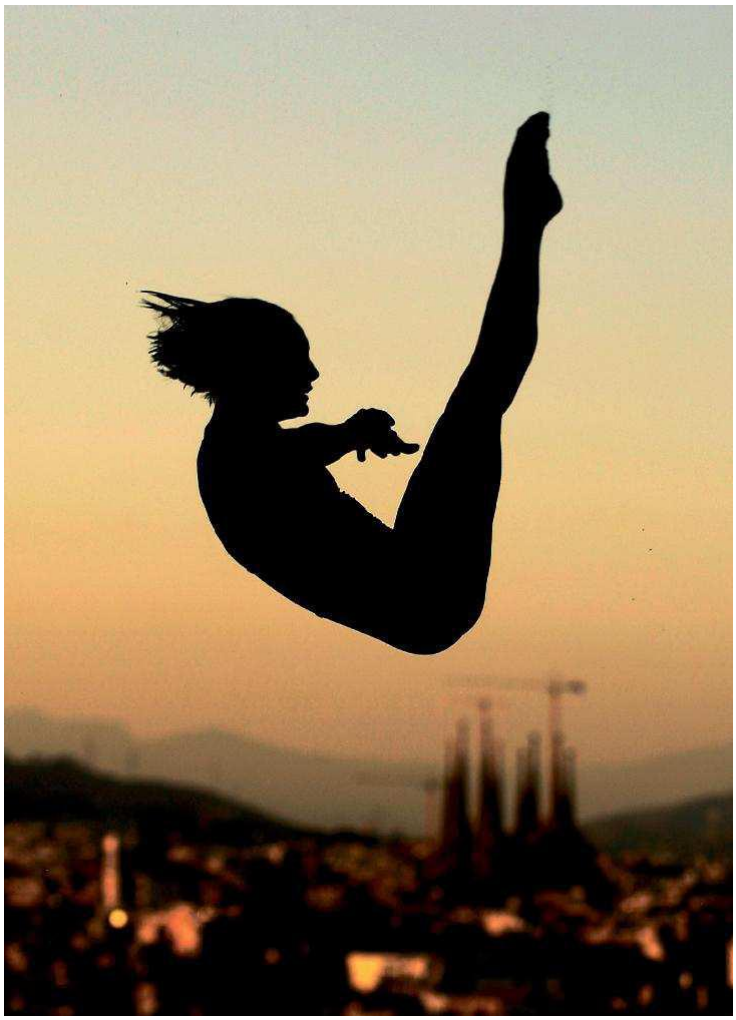
DIRETTORI CENTRALI
Pierangelo Calegari (Produzione e Sistemi informativi), Stefano Mignanego (Relazioni esterne), Roberto Moro (Risorse umane)

Divisione Stampa Nazionale
Via Cristoforo Colombo, 90 - 00147 Roma
DIRETTORE GENERALE Corrado Corradi
VICEDIRETTORE Giorgio Martelli

REDAZIONE NATIONAL GEOGRAPHIC ITALIA
Via Cristoforo Colombo 90 - 00147 Roma
tel. (06) 49822736
e-mail: forum@nationalgeographic.it

Responsabile trattamento dati (d.lgs.30 giugno 2003, n.196): MARINA CONTI

Accertamento Diffusione Stampa Certificato N. 8421 del 21.12.2017



COGLIERE L'ATTIMO SPORTIVO

Fotografare un evento sportivo non è semplice: richiede un'attrezzatura tecnica molto specializzata, una grande pazienza, una buona conoscenza dello sport e - soprattutto - una notevole sensibilità per trovare la giusta posizione e cogliere l'istante magico, il momento vincente che nessun altro è riuscito a immortalare. In sostanza, la fotografia sportiva è una professione altamente specializzata che richiede conoscenza tecnica, grande esperienza e un tempismo al di fuori del comune.

Il nuovo volume del nostro master di fotografia, interamente dedicato alla fotografia sportiva, svela tutti i segreti di questa complessa specialità, fornendo consigli specifici per ogni disciplina, senza tralasciare sport amatoriali o foto di famiglia. In edicola con il numero di aprile di *National Geographic Italia* a € 11,90 in più.

ANTEPRIMA DVD

IL SEPOLCRO DI GESÙ: MITI E MISTERI

Le leggende e i dubbi che avvolgono la tomba di Cristo sono al centro di un'appassionante ricerca condotta da un team di scienziati di altissimo livello con l'ausilio delle tecnologie più sofisticate: gli indizi e le scoperte dei ricercatori potrebbero modificare persino la storia.

Come acquistare il DVD *Il sepolcro di Gesù: miti e misteri* sarà in edicola tutto il mese di aprile al prezzo di € 9,90. **Inoltre i DVD di National Geographic** sono disponibili, distribuiti da Cinehollywood, nei principali punti vendita del mercato home video: elettronica di consumo, grande distribuzione, videoteche, librerie, internet. Tra i titoli, alcuni dei quali anche in blu-ray, *Sei gradi. Allarme riscaldamento globale, Squali, la verità sui killer dei mari, L'impero dei dinosauri.*
Abbonamenti e arretrati Per abbonarsi a National Geographic Video in DVD o per ordinare i DVD singolarmente telefonate al numero: 0864.256266. Fax 02.26681991 (dal lunedì al venerdì ore 9-18). Oppure collegatevi all'indirizzo: *www.nationalgeographic.it*

FOTO: LACI PERENYI

IL PESO DELLE DONNE

Ci ha messo una decina d'anni a raccogliere il materiale, fare le verifiche, scrivere. **Bruna Tadolini**, 69 anni, professoressa universitaria di Biochimica e Biologia in pensione, una settantina di pubblicazioni all'attivo, in *L'evoluzione al femminile* (Pendragon) affronta il ruolo del contributo delle femmine nell'evoluzione di *Homo sapiens* seguendo proprio la strada della biologia.

Qual è il contributo della donna nell'evoluzione umana?
Noi siamo quello che siamo perché questo è il prodotto di un successo riproduttivo. Guardando l'evoluzione in questi termini è evidente quale dei due generi ha dato di più: c'è una ragione per cui ci chiamiamo mammiferi, che viene da mammella, e placentati che viene da placenta. Esiste tutto un percorso di strutture biologiche legate al femminile. Per esempio producendo meno figli le femmine si sono prese cura della prole e questo ha generato i legami affettivi che sono alla base della socialità dell'uomo. Il tutto ha avuto conseguenze sullo sviluppo delle capacità cognitive.

Perché la donna nella società collaborativa è valorizzata e in quella competitiva è svalutata?
Fino a 10.000 anni fa l'alimentazione era abbastanza onnivora; dipendeva dalla caccia ed era necessario condividerla perché non si poteva conservare il cibo, era un meccanismo altruista. Nel momento in cui sono state inventate l'agricoltura e la produzione di cibo conservabile il meccanismo dell'altruismo è scomparso e se ne è attivato uno legato al possesso con un struttura sociale verticistica con a capo il maschio alfa.

Al maschio cosa rimane nella storia dell'evoluzione?
È solo una questione di biologia, non ci sono meriti e demeriti. I maschi producono miliardi di spermatozoi, le femmine poche uova. Semplicemente è andata così.
—Alessandro Conti

FOTO: CLAUDIO CRICCA

ADOTTA UN elefante

Una storia di coccole, auto e natura

Nei giorni scorsi un elefante è apparso con una certa frequenza sugli schermi social. La viralità di una web serie per raccontare KIA Service che ha divertito con una nota di mistero. La casa automobilistica che ci ha abituato alla tranquillità delle lunghe garanzie al design familiare per il gusto italiano, ci ha mostrato un'allegra famiglia attorno ad una vettura sempre accompagnato da un tecnico premuroso.
E un elefante.

Il mistero del pachiderma

Ma cosa volevano dirci? Che la macchina piace anche agli elefanti? Forse perché è spaziosa. Oppure perché è sicura. Magari perché è affidabile. Si potrebbe pensare perché è innanzitutto un qualcosa che entra nel tuo mondo con un servizio di post vendita che la rende come parte della famiglia: assistenza sempre disponibile, la comunicazione a distanza grazie ad un'app, un piano di manutenzione programmata, un servizio espresso per i piccoli interventi e la garanzia dei ricambi originali. Ok! Ma l'elefante?

La voce del Gallo

L'arcano è stato svelato lo scorso venerdì da Danilo Gallinari. Il "Gallo" – come lo chiamano sui campi di basket su cui fin da bambino si è fatto notare – è un giocatore italiano della NBA, dove gioca con i colori dei Los Angeles Clippers. Dalla California ci ha spiegato il segreto della famiglia KIA con l'elefante. Un importante testimonial che ci ha fatto scoprire che in coreano elefante si chiama Kokkili. Pur arrivando da un paese lontano, per noi italiani la parola ha già quel suono familiare che richiama alle coccole. Così, affetto e senso di protezione ricorrono e ci riportano all'elefante che, passando davanti all'automobile, le trasmette le sue doti.

Kokkili e sorrisi

Danilo ci ha raccontato che Kokkili sono anche dei peluche che si potranno trovare nelle concessionarie KIA Service. Sarà un'operazione a fin di bene, con tutto il ricavato devoluto a Save the Children, l'associazione impegnata a proteggere l'infanzia sui fronti caldi di tutto il mondo. I primi elefantini saranno un omaggio per i clienti KIA, che si impegna a garantire una donazione. In questo modo, con l'hashtag #adottakokkili, si vuole diffondere il sorriso tra i bambini vicini e lontani.

I ritratti di PhotoArk

KIA però ha fatto un passo oltre. Nell'operazione Kokkili e con l'intento di sensibilizzare la preservazione delle specie a rischio – tra cui proprio l'elefante asiatico – ha voluto appoggiare l'operazione PhotoArk di Joel Sartore. Il fotografo di National Geographic gira gli zoo del mondo con una piccola tenda fotografica e la sua camera per ritrarre gli animali a rischio estinzione. Decontestualizzando le creature dall'ambiente in cui vivono, Joel rende i soggetti ritratti assolutamente protagonisti e sorprendentemente umani. «Se guardi un animale negli occhi – afferma l'artista – ti rendi conto che è intelligente, come noi se non di più». Dal 2 febbraio, KIA ha iniziato la sponsorizzazione della mostra di National Geographic. KIA Service sarà il main sponsor all'Auditorium Parco della Musica di Roma insieme a Save The Children, grazie al quale l'elefantino sarà offerto ai visitatori in cambio di una donazione spontanea. Le foto saranno esposte anche a Milano durante la Design Week.
Sul sito nationalgeographic.it, un redazionale racconterà l'iniziativa e aggiornerà sugli eventi.

Siete pronti ad adottare il vostro Kokkili?

KIA

The Power to Surprise

IL PAPPAGALLO DISPETTOSO

di Lisa Signorile

Il termine pappagallo ci fa venire in mente calde e lussureggianti foreste tropicali, colori accesi e parole ripetute senza senso. C'è però una specie di pappagallo che sembra la contraddizione vivente a tutti questi preconcetti: vive in un posto freddissimo, è verde oliva molto mimetico e, soprattutto, è una delle creature più intelligenti del pianeta.

Il kea (*Nestor notabilis*) è un grosso pappagallo lungo circa mezzo metro che vive nell'Isola del Sud della Nuova Zelanda in ambiente alpino, fino a 2.000 metri di quota, e riesce a sopravvivere in questo habitat ostile, sopra la linea degli alberi, solo grazie alla sua grande intelligenza: i kea sono animali sociali capaci, in laboratorio, di aprire scatole che richiedono una serie di azioni sequenziali, come tirare levette o manipolare oggetti; imparano guardando altri kea e sono in grado di costruirsi utensili per arrivare al premio. Sono inoltre capaci di collaborare e hanno strutture gerarchiche complesse.

Per i kea, che non hanno alcun timore dell'uomo perché si sono evoluti in una terra priva di predatori terrestri, l'arrivo dei coloni europei costituì una grande fonte di nuove cose da esplorare. Una decina di anni dopo l'arrivo delle pecore nelle vallate dei kea, i pastori cominciarono a trovare pecore morte con grosse ferite. Furono ritenuti responsabili i kea, che vennero sterminati, anche se non si riuscì mai a dimostrare la loro colpevolezza. Agli inizi degli anni Settanta rimaneva poco più di un migliaio di kea, per cui fu loro data protezione. Con le fototrappole si è visto però che erano effettivamente loro a predare le pecore, oltrepassando la lana con gli artigli e nutrendosi del grasso sottostante col forte becco: i kea, a differenza degli altri pappagalli che di solito mangiano noci, sono onnivori.

Oggi ci sono da 3.000 a 7.000 kea, ma la popolazione rimane a rischio. I turisti li adorano e portano loro cibo ma i kea, ingrati, smontano allegramente le loro auto, soprattutto le guarnizioni in gomma e i tergicristallo, per cui hanno una vera passione. Recentemente un gruppo di kea ha imparato a spostare i coni in plastica per i lavori in corso su una strada, per fermare le auto nella speranza di ottenere cibo dai guidatori fermi in coda. Si è dovuto ricorrere alle fototrappole per capire chi fosse il burlone che si divertiva a creare code sulle strade.

Gli ermellini introdotti dagli europei predano i piccoli e le uova e costituiscono un grosso pericolo. Per salvare i kea occorrerebbe quindi eliminare sia gli ermellini sia i pastori armati dalle loro meravigliose vallate.

ILLUSTRAZIONE: MICHELANGELO PACE

SUPERFUNGHI ALLA RISCOSSA

di Daniel Stone

I funghi crescono ovunque: nel sottobosco, nei prati, sotto terra. Anche l'essere vivente conosciuto più grande al mondo è un fungo (*Armilaria ostoyae*) che avrebbe formato una rete sotterranea di oltre 960 ettari nelle Blue Mountains dell'Oregon.

Dei funghi però sappiamo ancora molto poco e il loro utilizzo in campo medico è appena agli albori. Tradizionalmente vengono ritenuti poco calorici, ma in realtà alcuni sono ricchissimi di sostanze nutrienti. Secondo il biochimico ed erborista Martin Powell, molti funghi producono composti potenzialmente in grado di migliorare l'efficacia delle terapie per malattie come cancro e demenza.

«I funghi sono molto più misteriosi delle piante», spiega Robert Beelman, direttore del centro di ricerca Penn State Center for Plant and Mushroom Foods for Health, un cui recente studio dimostra come due comuni antiossidanti presenti nei funghi - l'ergotioneina e il glutatione - possano aiutare a tenere lontane malattie legate all'invecchiamento come cardiopatie e Alzheimer.

Alcuni funghi sono noti per le loro proprietà allucinogene. Altri, come quelli in questa pagina, sono apprezzati dagli chef ma hanno anche valori terapeutici. È quindi plausibile che presto anche i funghi entreranno a far parte della categoria dei supercibi.

CHAGA
Inonotus obliquus

Consumato spesso in infusione, è usato per curare disturbi digestivi e psoriasi. Un romanzo del 1968 lo raccomandava come cura contro il cancro.

TESTA D'ORSO
Hericium americanum

Alcune ricerche associano a questo fungo - e ad altri della famiglia *Hericium* - proprietà che migliorano la salute cognitiva.

MAITAKE
Grifola frondosa

Fungo con usi culinari e medicinali, può contribuire ad abbassare la glicemia e rafforzare il sistema immunitario.

REISHI
Ganoderma lucidum

Noto in Cina come il fungo dell'immortalità, viene tradizionalmente usato per garantire lunga vita e curare allergie e artriti.

CRINIERA DI LEONE
Hericium erinaceus

Poiché aiuta il cervello a promuovere la crescita dei nervi, può essere usato come integratore terapeutico nel trattamento di disturbi neurodegenerativi.

FUNGO CASTAGNA
Pholiota adiposa

L'estratto di questo fungo può proteggere dall'accumulo di grassi nel sangue, ovvero dal colesterolo alto.

FOTO: REBECCA HALE, NGM
FUNGHI PROVENIENTI DALLE AZIENDE AGRICOLE NORTH COVE MUSHROOMS E SHARONDALE FARM
LE INFORMAZIONI IN QUESTA PAGINA NON SONO DA INTENDERSI PER SCOPI TERAPEUTICI O MEDICI.

ORECCHIONE
Pleurotus ostreatus

Diversi studi hanno dimostrato che le varietà di orecchione, o fungo ostrica, aiutano a ridurre il colesterolo e incrementare i livelli di vitamina C ed E.

ORECCHIONE INDIANO
Pleurotus pulmonarius

Questa varietà di *Pleurotus* è facile da coltivare, contiene antiossidanti e può essere utile come antinfiammatorio.

PIOPPINO
Cyclocybe aegerita

Ricerche sui topi hanno dimostrato che le sue proprietà antiossidanti migliorano la sintesi del collagene e riducono alcuni effetti dell'invecchiamento.

ORECCHIONE GIALLO
Pleurotus citrinopileatus

Come altri funghi della famiglia *Pleurotus*, questa varietà è una nota fonte di antiossidanti.

SHIITAKE
Lentinula edodes

Le iniezioni di estratti di questo fungo possono rallentare la crescita tumorale e migliorare gli esiti della chemioterapia.

Secondo un nuovo studio, bere qualche tazzina di caffè al giorno ridurrebbe il rischio di morte prematura.

LA TAZZINA CHE ALLUNGA LA VITA

di Catherine Zuckerman

Buone notizie per gli amanti del caffè. Una nuova ricerca suggerisce che bere due o tre tazze di caffè al giorno, anche decaffeinato, riduce il rischio di morte per alcune patologie.

Lo studio, ritenuto il più ampio nel suo genere, ha monitorato oltre 500.000 persone di 10 nazioni europee per 16 anni e indicherebbe che il fegato e il sistema cardiovascolare del consumatore di caffè siano più sani rispetto a quelli di chi non lo beve, oltre a mostrare livelli inferiori di infiammazione, spiega l'epidemiologo a capo dello studio Marc Gunter. I dati indicano inoltre che «il maggior consumo di caffè è associato a un ridotto rischio di morte per qualunque causa», incluse malattie cadiovascolari e digestive, spiega Gunter, che è a capo del settore nutrizione e metabolismo dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro a Lione.

In passato studi su scala inferiore avevano evidenziato una correlazione tra il consumo di caffè e un'aumentata resistenza ad alcune malattie, ma le scoperte di Gunter forniscono le prove a oggi più concrete. «Colpisce la relazione con le malattie digestive, particolarmente significativa nella mortalità per malattie epatiche», aggiunge.

Il prossimo passo di Gunter consisterà nell'analizzare la composizione chimica del caffè nella speranza di comprendere cosa lo renda così benefico. E mentre lui torna alle sue ricerche, a noi non resta che prepararci un'altra tazzina...

FOTO: REBECCA HALE, NGM

DESIGN SALUTARE

di Natasha Daly

A metà del Seicento l'epidemia di peste che scoppiò in Inghilterra uccise circa 100.000 londinesi. Per avvisare la popolazione, le porte delle vittime erano segnate con "croci della peste" e le parole "Il Signore abbia pietà di noi".

Era una delle prime campagne informative per la salute pubblica, una forma di comunicazione che da allora si è evoluta molto. Nel progetto *Can Graphic Design Save Your Life?* (Il design grafico può salvarti la vita?), che consiste in un libro e una mostra, Lucienne Roberts e Rebecca Wright analizzano la crescita di questo linguaggio. Nell'Ottocento, spiega Roberts, mass media, medicina e grafica erano ormai gli strumenti d'elezione per educare la popolazione sulle malattie. La tubercolosi ispirò la prima importante campagna USA, con poster che invitavano a non "sputare, tossire o starnutire sconsideratamente". Tra il 1900 e il 1940 le morti calarono in modo costante.

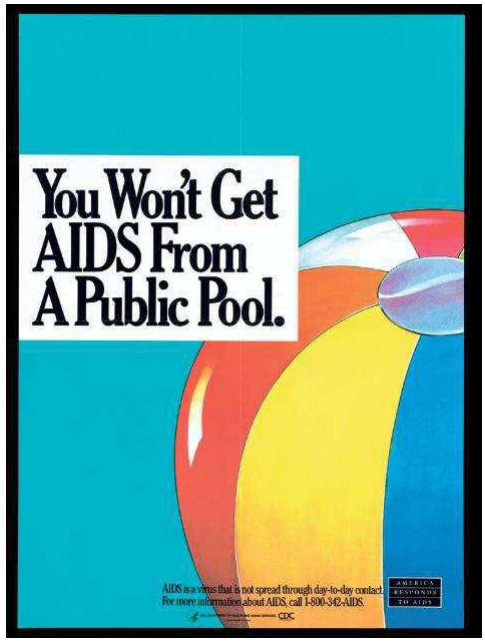
Le guerre mondiali diedero invece il via a campagne sulle malattie veneree. I manifesti della Prima guerra mondiale mettevano in guardia i soldati sulla promiscuità, evitando accuratamente parole come "sifilide" o "gonorrea". Durante la Seconda guerra il linguaggio divenne più esplicito: "Non puoi sconfiggere l'asse con una malattia venerea", intimava un poster americano. Negli anni '80 sono iniziate le campagne educative su HIV/AIDS che raccomandavano l'uso di profilattici.

Secondo Roberts, il rapporto tra grafica e salute pubblica va al di là delle campagne: alcuni ospedali britannici hanno rinfrescato i tabelloni in pronto soccorso per informare meglio su tempi d'attesa e triage, riscontrando una riduzione delle esplosioni di rabbia del 50%. «Ciò che andava cambiato era l'informazione», dice.

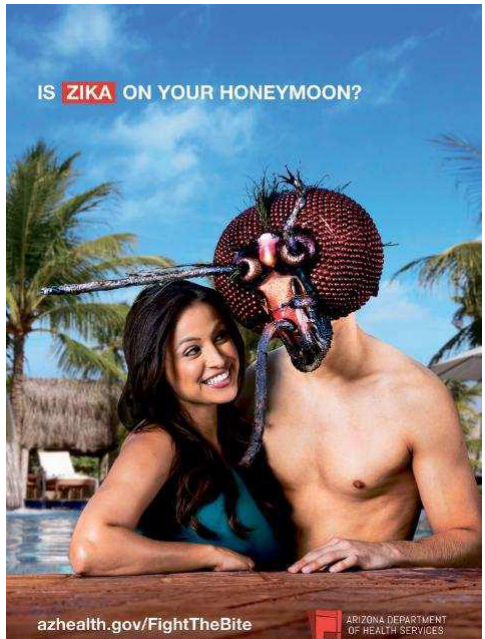
L'influsso del design sulla salute pubblica può essere duraturo. In passato una croce rossa avvisava della presenza di peste. Ora lo stesso simbolo è tra le icone più riconoscibili, e rassicuranti, al mondo.

IMMAGINI (DALL'ALTO): NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; ARIZONA DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES

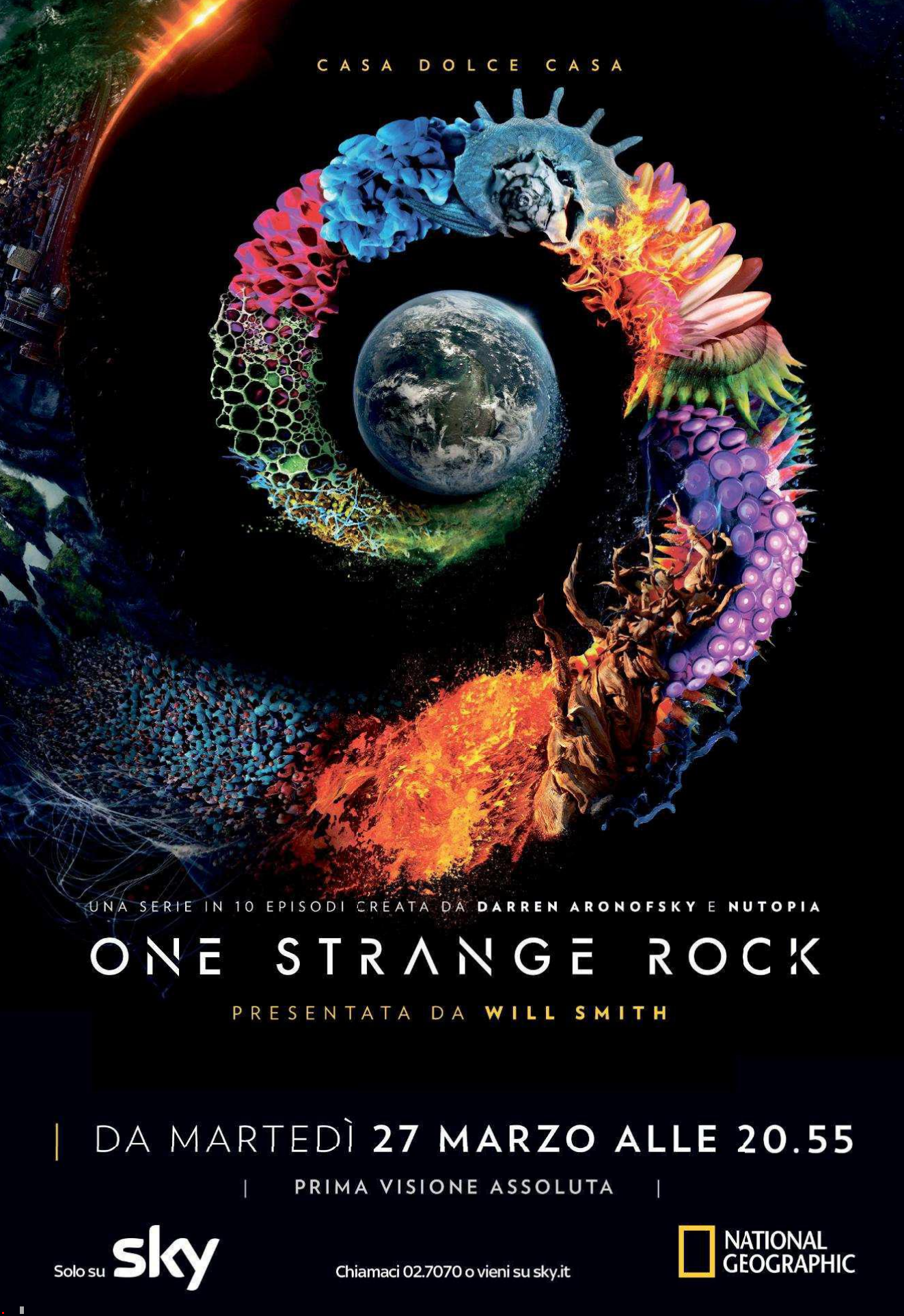
1940
Durante la II Guerra mondiale i manifesti raffiguravano donne dall'aria promiscua come portatrici di malattie veneree. Questo poster chiede ai soldati di stanza all'estero di proteggersi.



1991
Molti poster su HIV e AIDS hanno adottato un approccio pacato e misurato. Fornendo informazioni su come evitare la malattia, le campagne tentavano di frenare il panico e i pregiudizi.



2017
La ricerca Google "Zika+luna di miele" porta migliaia di risultati. Questa campagna del Dipartimento di salute pubblica dell'Arizona rimanda gli sposi in luna di miele a un sito web informativo.


CASA DOLCE CASA
UNA SERIE IN 10 EPISODI CREATA DA DARREN ARONOFSKY E NUTOPIA
ONE STRANGE ROCK
PRESENTATA DA WILL SMITH
DA MARTEDÌ 27 MARZO ALLE 20.55
PRIMA VISIONE ASSOLUTA
Solo su sky
Chiamaci 02.7070 o vieni su sky.it
NATIONAL GEOGRAPHIC

UN ROBOT IN PEDIATRIA

di Marco Pinna

Riducono lo stress dei bambini ricoverati, parlano diverse lingue, cantano, ballano, fanno le coccole e danno conforto, fornendo un aiuto al personale dei reparti pediatrici, e in alcuni casi assistono anche gli psicologi nella terapia. Ormai i robot sono una presenza abituale in molti ospedali pediatrici italiani, e altri stanno sperimentando il loro utilizzo.

«Quando i bambini vedono Pepper, impazziscono», racconta Roberto Mancin, tecnico informatico alla clinica pediatrica dell'Azienda ospedaliera di Padova, primi in Italia a utilizzare un sofisticato robot umanoide, Pepper appunto, e altri due robot più piccoli, per la *robot-therapy* sui pazienti dai 5 ai 13 anni. «Pepper fa balletti, si collega a YouTube per proporre video musicali, dialoga con i bambini in otto lingue, interagisce», continua Mancin.

Pepper e gli altri robot di Padova vengono utilizzati con successo per ridurre ansia pre-procedurale (interventi , ma anche semplici prelievi) senza uso di farmaci, oppure per distrarre i bambini ricoverati e fornire loro uno svago.

Al Fatebenefratelli di Milano invece usano sei cani-robot, che sostituiscono cani e gatti già utilizzati per la *pet-therapy*. «Siamo stati tra i primi in Europa ad autorizzare i cani in clinica», spiega il direttore del dipartimento medicina dell'infanzia Luca Bernardo. «Ma molti pazienti sono allergici agli animali. Dal 2015, con il cane robot Zoomer abbiamo risolto il problema. Parla quattro lingue, si può accarezzare, fa le coccole, e può accompagnare i bambini in sala operatoria». Pionieri nell'uso della *pet-therapy* per casi delicati come le vittime di bullismo, al Fatebenefratelli intendono utilizzare presto anche i robot allo stesso scopo.

Sempre più diffusi nei reparti pediatrici di tutta Italia, i robot rappresentano oggi una nuova frontiera nella terapia anche per casi di autismo o per dare conforto nei reparti oncologici infantili, come avviene all'ospedale Sant'Orsola di Bologna, dove è stata avviata lo scorso anno un progetto di ricerca con 60 piccoli pazienti.

Sopra, i cani-robot Zoomer interagiscono con i bambini al Fatebenefratelli di Milano. Sotto, il sofisticato umanoide Pepper della Clinica pediatrica di Padova.

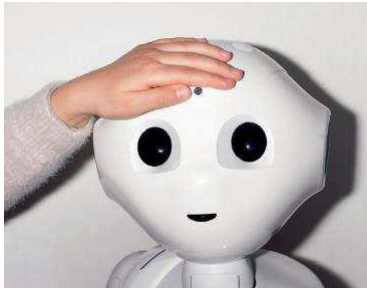


FOTO: MARTINA CIRESE (ENTRAMBE)

Y&R

LE TUE FOTO, SENZA PAURA DEL BUIO.

CON IL TUO **MASTER DI FOTOGRAFIA**, UNA GUIDA PRATICA PER INDIMENTICABILI SCATTI NOTTURNI.

Chi ama la fotografia lo sa bene: non sempre è facile scattare in condizioni di scarsa luminosità. Grazie a preziosi consigli su attrezzature, tecniche e accessori, questo volume svela tutti i segreti per rendere la notte il miglior palcoscenico per le tue foto.

Opera composta da 16 volumi, suscettibile di estensione. In abbinamento a National Geographic.

IN EDICOLA

NATIONAL GEOGRAPHIC

STAMPAMI QUELL'ORECCHIO

di Erika Engelhaupt

E se bastasse premere un pulsante per avere un naso o un rene nuovo? Sembra fantascienza, ma oggi i ricercatori stanno già lavorando a stampanti 3-D in grado di realizzare parti del corpo funzionali.

Le cosiddette biostampanti usano le cellule umane come "inchiostro"; laddove una normale stampante 3-D crea strati di plastica per realizzare pezzi di ricambio o altri oggetti, la biostampante depositerebbe strati di cellule per formare tessuti e organi tridimensionali.

Per creare un orecchio, la biostampante stende un'impalcatura porosa ed elastica a base di idrogel (un polimero) la quale viene poi rivestita di cellule epidermiche e cartilaginee che, crescendo, riempiono lo stampo a forma d'orecchio. Poi l'idrogel si biodegrada e, nell'arco di circa sei mesi, l'orecchio sarà composto interamente da cellule umane. Per evitare il rigetto «usiamo le stesse cellule del paziente», spiega Anthony Atala, direttore del Wake Forest Institute for Regenerative Medicine.

Per istruire una macchina a stampare una parte del corpo, prosegue Atala, gli scienziati devono prima capire come farla. Nei loro laboratori hanno realizzato vesciche, vasi sanguigni e molte altre parti anatomiche già impiantate nei pazienti.

Ora stanno traducendo queste informazioni per le biostampanti 3-D e sperano di poter presto iniziare a impiantare anche organi stampati. Già ora fegati e reni in miniatura sono impiegati per testare farmaci, tra cui agenti chemioterapici. Quali parti del corpo non si potranno stampare? Secondo Atala, dovrebbe essere possibile stampare qualche parte del cuore umano. E il cervello? «Non durante la mia vita, questo è sicuro!».

Per stampare un orecchio, la biostampante costruisce un'impalcatura in polimero, come quella nell'immagine, e la riveste di cellule che formano la cartilagine.

FOTO: REBECCA HALE, NGM. L'IMPALCATURA DELL'ORECCHIO È STATA FORNITA DAL WAKE FOREST INSTITUTE FOR REGENERATIVE MEDICINE

SPECIALE RIVISTA + REGALO!

NATIONAL GEOGRAPHIC

Speciale rivista + gadget solo € 3,90

KIDS

IL CORAGGIO DI ESPLORARE

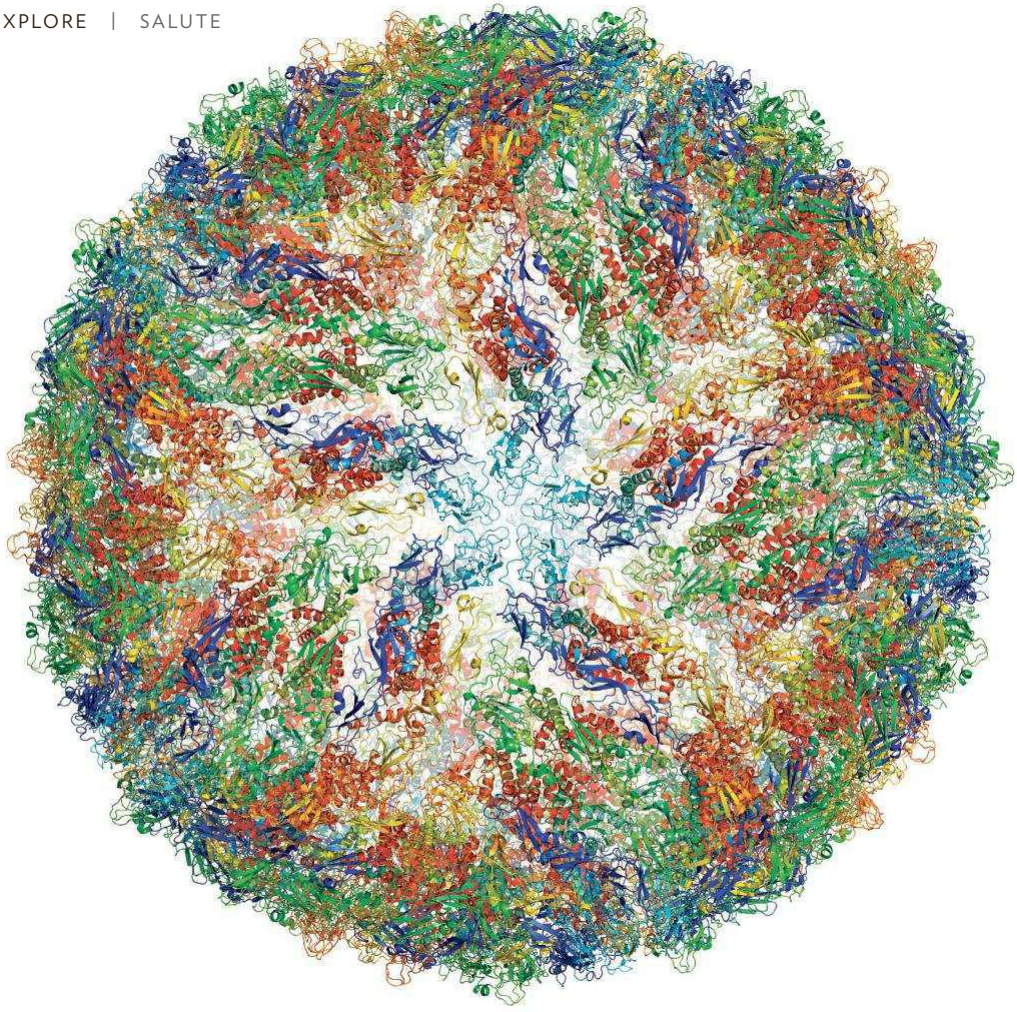
Astuti, adorabili e belli

Volpi artiche, koala, delfini, e molti altri!

In regalo il **BINOCOLO** *e il* **KIT ESPLORATORE**. *Scegli quello che preferisci!*

IN EDICOLA!

PANINI magazines
www.paninimagazines.it
www.facebook.com/PaniniMagazines



IL SORRISO DELL'ATOMO

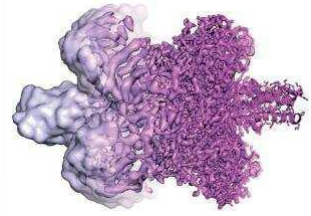
di Michael Greshko

La sfera caleidoscopica sopra è in realtà più - e meno - complessa di quel che sembra. Si tratta infatti della superficie in falsi colori del virus Zika, così piccolo che il punto che conclude questa frase ne conterrebbe milioni. Se riusciamo a vederlo, è solo grazie alla crio-microscopia elettronica (cryo-EM), un'innovativa tecnica di laboratorio che permette di vedere le molecole e semplifica come non mai lo studio dei meccanismi cellulari.

Cryo-EM bombarda con un raggio di elettroni una pellicola d'acqua congelata contenente le copie di una determinata molecola. Questa "esposizione" produce una serie di immagini bidimensionali da diverse angolazioni, poi unite con un algoritmo per formare un modello 3-D. Inizialmente la tecnica consentiva di vedere solo masse informi, tanto da essere archiviata come "blobologia" se confrontata con la cristallografia a raggi X, tecnica ad alta risoluzione meno versatile. Nel 2013, però, cryo-EM ha raggiunto per la prima volta la risoluzione atomica.

«Non ero certo che avremmo raggiunto la risoluzione atomica», dice Joachim Franck, biochimico della Columbia University e co-vincitore del Nobel nel 2017 per lo sviluppo di cryo-EM. Oggi vediamo i mattoncini che compongono le proteine come fossero un filo di perline.

Cryo-EM consente di vedere le proteine che costellano le membrane cellulari, addirittura di "filmare" le molecole di farmaci mentre si legano ai bersagli. Chissà dove ci porterà la rivoluzione biochimica? «È emozionante», dice Franck.



La crio-microscopia elettronica veniva derisa per la bassa risoluzione, ma ora le sue immagini non sono più masse informi (come la parte sinistra della figura viola sopra) ma modelli che mostrano i singoli atomi, come nella parte destra dell'immagine viola o nel virus Zika in alto.

ILLUSTRAZIONI (DALL'ALTO): ACCADEMIA REALE SVEDESE DELLE SCIENZE; MARTIN HÖGBOM, ACCADEMIA REALE SVEDESE DELLE SCIENZE

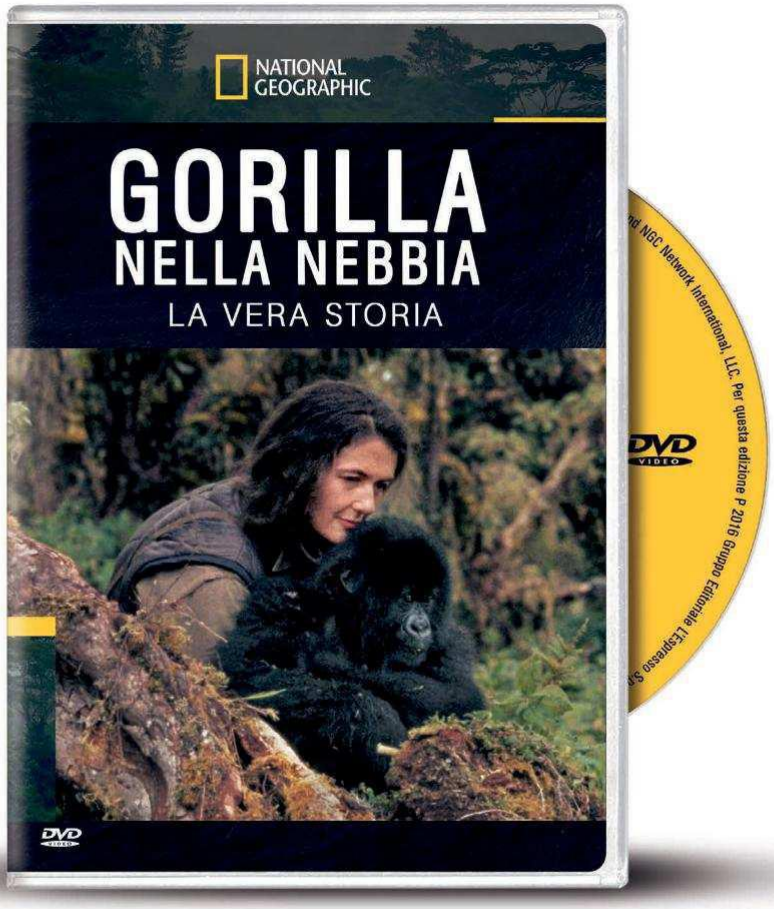
VISIONS

Altre immagini a: www.nationalgeographic.it/visions/

MICRONESIA
L'atollo Pingelap, nell'Oceano Pacifico, qui in una foto negli infrarossi, è noto anche come l'Isola dei daltonici perché una persona su dieci è ritenuta portatrice del gene dell'acromatopsia, responsabile del daltonismo totale.
Nel 1700 la popolazione è stata sterminata da un tifone e si dice che il sopravvissuto che l'ha ripopolata fosse portatore di questo gene.

FOTO: SANNE DE WILDE, NOOR

DIAN FOSSEY



LA STORIA DELLA PRIMATOLOGA ASSASSINATA MENTRE STUDIAVA I GORILLA DEL RUANDA.

Ha dedicato gran parte della sua vita allo studio dei gorilla e nel 1985 è stata assassinata nella sua capanna nella giungla in circostanze ancora misteriose. Questo documentario racconta il dietro le quinte della vita della famosa primatologa basandosi sui suoi appunti e sulle testimonianze dirette di chi l'ha conosciuta.

IN EDICOLA

NATIONAL GEOGRAPHIC

Gabriele Pedemonte *Pietra Ligure (SV)*

Questa foto di un monaco buddhista è stata scattata nel Myanmar, ex Birmania, su un treno fermo nella stazione centrale di Yangon. «Mi ha colpito subito il contrasto delle rosse vesti, quasi di un'altra epoca, con l'ambientazione moderna del treno», racconta l'autore dello scatto, che ha saputo cogliere l'attimo sfruttando una luce naturale molto favorevole.

Silvia Alessi *Pedrengo (BG)*

«L'arrivo della prima neve della stagione è un momento triste, la vita diventa più difficile», racconta l'autrice di questo scatto effettuato nel Piccolo Pamir, in Afghanistan, un altopiano isolato ai confini con Tagikistan, Cina e Pakistan in cui vive una piccola comunità di nomadi kirghizi allevatori di bestiame. La foto trasmette appieno la durezza della loro vita quotidiana.

DA 508 MILIONI DI ANNI FA **Preservato nell'argillite di Burgess della British Columbia, in Canada, l'anellide *Canadia spinosa* prese parte all'esplosione di biodiversità del Cambriano da cui ebbe origine la maggior parte dei gruppi animali esistenti.**

ESEMPLARE41145 DEL ROYAL ONTARIO MUSEUM INVERTEBRATE PALAEONTOLOGY (ROMIP)
TUTTI I FOSSILI SONO STATI FOTOGRAFATI PRESSO IL ROYAL ONTARIO MUSEUM

A OGGI La somiglianza tra questo polichete moderno e il suo parente del Cambriano è indicativa di uno stile di vita che non è cambiato molto in 500 milioni di anni.

QUANDO LA VITA SI COMPLICÒ

A un certo punto gli organismi della Terra si sono evoluti da semplici microbi a creature più grandi e complesse. Come è accaduto, e perché? Gli indizi in fossili di 570 milioni di anni fa.

FOTOGRAFATO PRESSO L'ELIZABETH MOORE INTERNATIONAL CENTER FOR CORAL REEF RESEARCH & RESTORATION

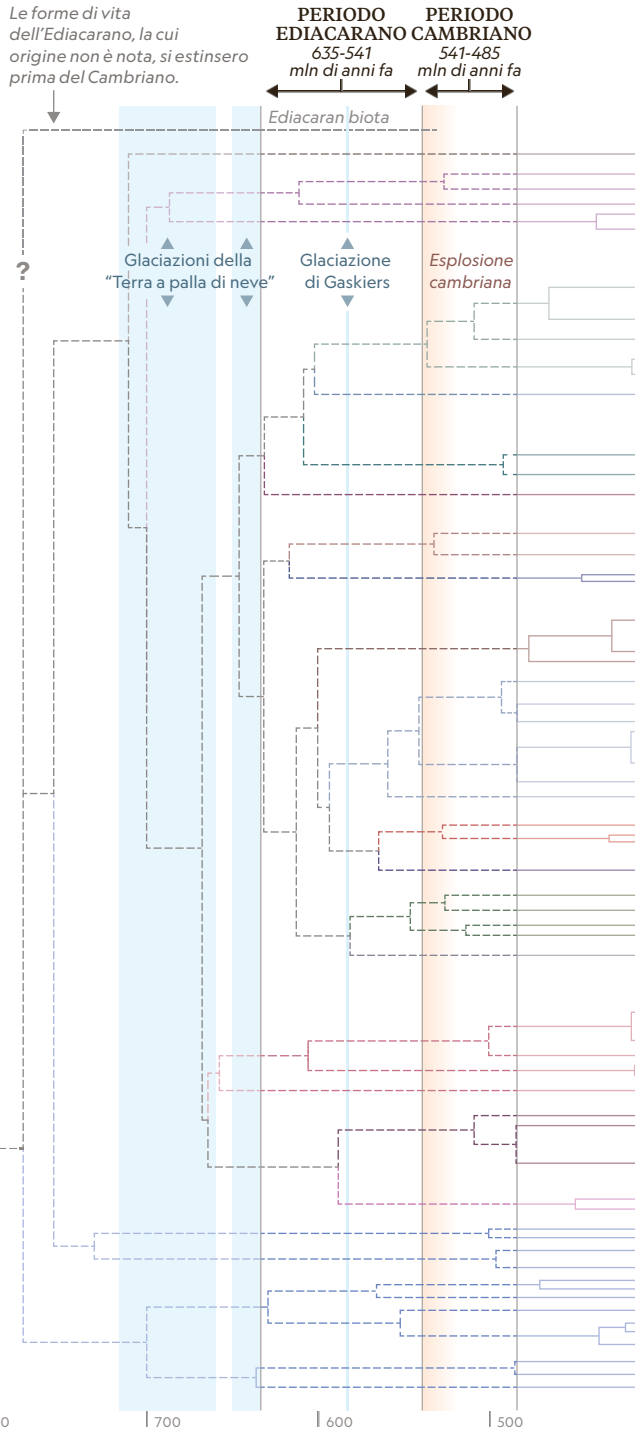
L'ORIGINE DELLA COMPLESSITÀ

Per oltre tre miliardi di anni la Terra fu popolata da organismi unicellulari e pluricellulari semplici. Poi, 635 milioni di anni fa - dopo una serie di glaciazioni che portarono al fenomeno della "Terra a palla di neve" – il ghiaccio si fuse e l'ossigeno raggiunse una soglia critica che consentì lo sviluppo di organismi pluricellulari complessi. La vita animale nella miriade di forme che conosciamo esplose nel periodo Cambriano.

di David Quammen
fotografie di David Liittschwager

Sulla costa sudorientale dell'isola di Terranova, non lontano dal punto più orientale dell'America del Nord, si trova un promontorio roccioso chiamato Mistaken Point. Il nome, traducibile come "punto sbagliato", ha origine dai naufragi causati dall'errore dei capitani delle navi che, nella nebbia, scambiavano le scogliere per un altro punto. Oggi però il luogo è noto per un altro motivo: qui sono emersi una serie di straordinari indizi - reinterpretati di recente - per uno dei più grandi e complessi misteri della vita sulla Terra. Perché, dopo più di tre miliardi di anni di piccoli organismi in gran parte monocellulari, la vita è all'improvviso esplosa in una profusione di creature complesse, pluricellulari, grandi e sorprendenti? A partire da 570 milioni di anni fa le nuove forme di vita si diffusero in tutto il pianeta, ma le prove più antiche della loro esistenza sono state rinvenute in un unico luogo: Mistaken Point. Il sito viene studiato da decenni, ma oggi i paleontologi vedono in quelle tracce piccole sfumature con grandi implicazioni, che creano uno scenario nuovo e rivoluzionario.

In una fresca giornata d'autunno, dopo aver preso a noleggio una jeep a Saint John's, capitale della provincia di Terranova e Labrador, imbocco

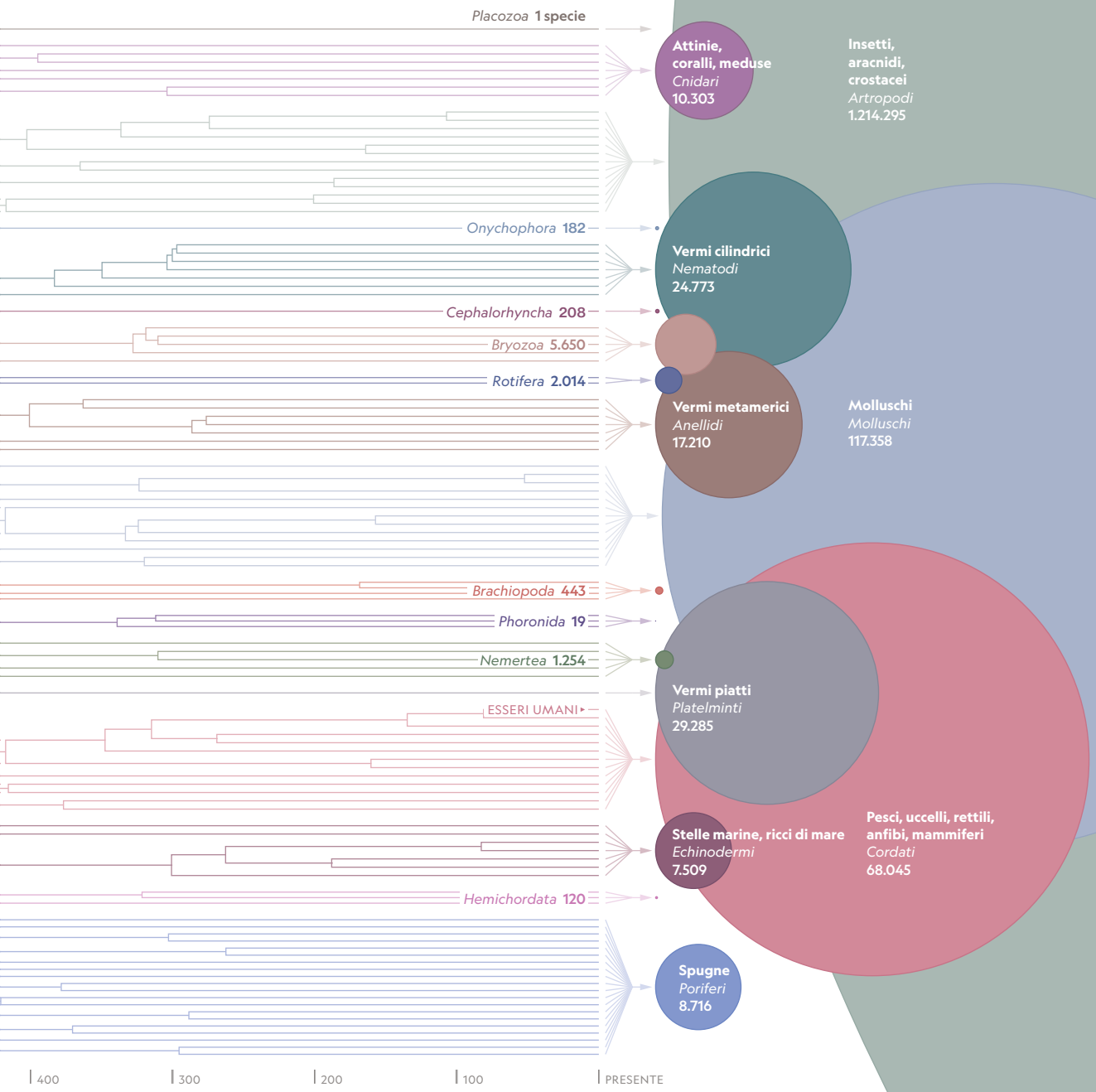


JASON TREAT, NGM; MEG ROOSEVELT

FONTI: DOUGLAS H. ERWIN, SMITHSONIAN NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY; SPECIES 2000 E ITIS CATALOGUE OF LIFE: 2016 ANNUAL CHECKLIST; MARC LAFLAMME, UNIVERSITY OF TORONTO MISSISSAUGA

Le linee rappresentano i tempi di divergenza per i principali gruppi animali.

*I cerchi corrispondono ai numeri noti delle specie moderne per phylum.**



*Il phylum è uno dei gruppi della tassonomia, la classificazione degli organismi simili per morfologia. Per esempio, la classificazione dell'essere umano, a partire dal gruppo più ampio, è la seguente: *Animalia* (regno); *Chordata* (phylum); *Mammalia* (classe); *Primates* (ordine); *Hominidae* (famiglia); *Homo* (genere); *Homo sapiens* (specie).

la striscia d'asfalto che conduce a Mistaken Point attraverso foreste di pecci e abeti. Sono in compagnia di Marc Laflamme, della University of Toronto Mississauga, e del suo collega Simon Darroch della Vanderbilt University di Nashville.

Raggiungiamo la nostra destinazione sotto un cielo terso e un sole brillante, condizioni insolite per questa zona, mi dice Laflamme, ma la luce del pomeriggio ci consentirà di vedere ancora meglio i piccoli fossili per cui siamo venuti.

Arrivati nella Riserva ecologica di Mistaken Point, istituita proprio per proteggere il giacimento fossilifero, scendiamo da una scogliera frastagliata. Laflamme mi indica una lastra di roccia grigio-violacea inclinata di circa 30 gradi. Sulla pietra è impressa un'immagine che ricorda lo scheletro di un serpente, una serie ripetuta di costole con una spina dorsale, lunga circa un metro. Qui però non c'è alcun osso, solo l'impronta di una creatura a corpo molle, morta e sepolta sul fondo del mare moltissimo tempo fa. Non nuotava, né strisciava; era una forma di vita diversa da quelle presenti oggi sul nostro pianeta, che risale a un periodo oscuro, popolato di creature misteriose e strane di cui la maggior parte della gente ignora l'esistenza. «Qui, per la prima volta, la vita è diventata grande», dice Laflamme mentre ci inginocchiamo per osservarla da vicino.

«QUI, PER LA PRIMA VOLTA, LA VITA È DIVENTATA GRANDE», DICE LAFLAMME.

LA STORIA MISTERIOSA di queste forme di vita, note come fauna di Ediacara, ha inizio tra gli isolati monti Flinders dell'Australia meridionale. Qui, nel 1946, un giovane geologo di nome Reginald Sprigg fu incaricato di ispezionare le miniere abbandonate delle colline di Ediacara per valutarne la possibile riapertura. Una volta sul posto Sprigg notò alcune strane impronte sulla pietra arenaria, che gli ricordavano vagamente le meduse. Il geologo vide anche altre forme, che non somigliavano a nessuna creatura conosciuta, vivente o estinta.

Sprigg non aveva idea che quei fossili avessero circa 550 milioni di anni, e che risalissero quindi ad almeno 10 milioni di anni prima della famosa esplosione del Cambriano. Gli scienziati di allora ritenevano che l'esplosione cambriana segnasse il momento in cui la vita sulla Terra era letteralmente esplosa, cominciando a differenziarsi in una moltitudine di bestie meravigliose, creature grandi e complesse (quelle che chiamiamo animali) i cui discendenti sono in gran parte ancora in circolazione. La scoperta di Sprigg si rivelò importante perché era la prima volta che si ipotizzava che la saga della grandezza e della complessità fosse invece cominciata nel periodo che oggi definiamo Ediacarano, e non nel successivo Cambriano.

Nel 1967, poi, uno studente specializzando di nome S.B. Misra notò una lastra di roccia sedimentaria ricca di fossili a Mistaken Point. Alcune delle antiche forme visibili sembravano corrispondere alle "meduse" osservate da Sprigg nell'Australia meridionale, altre assomigliavano a fronde; altre ancora, però, non ricordavano niente di noto alla scienza. I giacimenti vicini, disposti l'uno sull'altro come strati di una torta precambriana, contenevano un gran numero di fossili diversi, preservati insieme come intere comunità. Oggi sappiamo che i fossili di Mistaken Point, risalenti a 570 milioni di anni fa, sono la più antica testimonianza di forme di vita grandi e biologicamente complesse. E conosciamo oltre 50 organismi risalenti al periodo Ediacarano, rinvenuti in 40 località sparse in tutti i continenti a eccezione dell'Antartide. Viene quindi da chiedersi: che cosa, dopo miliardi di anni in cui il nostro pianeta fu popolato solo da microbi, consentì a questi organismi di diventare più grandi e di diffondersi in tutto il mondo?

Prima che la fauna di Ediacara si diffondesse sulla Terra, l'evoluzione funzionava su scala perlopiù microscopica, limitata dalla carenza di ossigeno, l'elemento che alimenta il metabolismo animale. Grazie ai batteri marini che generavano ossigeno dalla fotosintesi, circa due miliardi di anni fa il livello di ossigeno crebbe, ma si mantenne relativamente basso per un altro miliardo di anni.

Poi, nel periodo compreso tra 717 e 635 milioni di anni fa, vi fu una serie di glaciazioni talmente diffuse e intense da ricoprire di ghiaccio l'intero pianeta, dando origine al fenomeno che alcuni scienziati definiscono "Terra a palla di neve". Durante quel periodo i livelli di ossigeno aumentarono di nuovo per ragioni ancora poco note.

I ghiacci si sciolsero quando l'anidride carbonica emessa nell'atmosfera dalle eruzioni vulcaniche determinò un effetto serra che riscaldò il pianeta e scongelò i mari. La breve glaciazione di Gaskiers, avvenuta circa 580 milioni di anni fa, non fu globale ma sufficiente per coprire di ghiaccio diversi luoghi, tra cui l'isola di Terranova. Tutti questi cambiamenti precedettero la comparsa dei primi organismi ediacarani nel registro fossile. Ma furono anche la causa di ciò che accadde dopo? Fusione dei ghiacciai, aumento dell'ossigeno ed evoluzione di cellule più complesse consentirono agli organismi ediacarani di prosperare? Forse.

EDIACARANO

I primi organismi grandi e biologicamente complessi compaiono nel registro fossile circa 570 milioni di anni fa, prima dell'esplosione del Cambriano, nel misterioso periodo Ediacarano. Conosciuti solo per l'impronta lasciata dai loro corpi molli nel fango o nella cenere, gli organismi ediacarani come questo *Fractofusus misrai* dell'isola di Terranova non sono collegati né assomigliano ad animali viventi. La struttura di *Fractofusus*, composta da una sequenza di rami di grandezza decrescente, garantiva una certa estensione superficiale, ideale per assorbire nutrienti direttamente dall'acqua marina.

Altrettanto enigmatico è il rapporto di questi organismi con le forme di vita che popolano il pianeta oggi. Adolf Seilacher, illustre paleontologo tedesco, li classificò come un regno a sé stante per via di quella che descrisse come una "struttura biologica unica a trapunta". A quanto pare la struttura "a trapunta" garantiva a queste creature la stabilità, compensando l'assenza di scheletro. E forse, associata alla forma a fronda, contribuiva ad accrescere la loro superficie, consentendo un miglior assorbimento delle sostanze nutrienti attraverso la pelle.

La nutrizione doveva essere un problema per la fauna di Ediacara visto che, a quanto si evince dalle tracce fossili, quasi nessuno di questi organismi aveva una bocca. Né un intestino, né un ano. Niente testa, niente occhi, niente coda. Alcuni presentavano una sorta di disco di ancoraggio a un'estremità; oggi sappiamo che si trattava di una specie di rizoide che faceva presa sul fondo marino e consentiva alla fronda di muoversi nell'acqua. All'epoca molti fondali erano ricoperti di tappeti microbici, che contribuivano a stabilizzare i sedimenti. Ma la fronda non era una pianta - non si poteva nutrire con la fotosintesi - perché molti organismi ediacarani vivevano negli abissi, ad almeno 1.000 metri di profondità, dove la luce non arriva.

Ma se non potevano mangiare e non erano in grado di attuare la fotosintesi, come si nutrivano? L'ipotesi prevalente per la maggior parte della fauna di Ediacara è quella dell'osmotrofia, una parola curiosa che indica un processo molto elementare: l'assorbimento delle sostanze nutrienti dissolte nell'acqua per osmosi o attraverso la superficie corporea. Sarà stato sufficiente in un mondo e in un'epoca più semplici, ma certo non consentiva un lauto pasto.

Alcuni scienziati hanno invece concentrato la loro attenzione su un altro aspetto affascinante di molti organismi ediacarani: la raffinata architettura. Un'analisi più approfondita della struttura "a trapunta" rivela infatti la natura frattale di quella struttura, in cui lo stesso schema si ripete a scale progressivamente più piccole. Una fronda grande era composta da fronde più piccole, a loro volta composte da fronde ancora più piccole, tutte uguali fatta eccezione per le dimensioni, una forma di base che si duplica a tre o quattro scale diverse. È possibile che sia stata proprio la struttura frattale a

ESEMPLARE ROMIP 36502

PHYLUM *CHORDATA*

UN INIZIO SEMPLICE

Al pari delle varietà di pesci, rettili, uccelli, mammiferi e altri vertebrati che oggi popolano il pianeta, lo splendido pesce combattente deve la propria struttura corporea ai primi cordati del Cambriano, tra cui *Pikaia gracilens* (sotto). Simile a un pesce, Pikaia aveva una struttura cartilaginea flessibile, chiamata notocorda, da cui si è sviluppata la spina dorsale dei vertebrati. «Probabilmente tutti i vertebrati derivano da organismi simili a questo», afferma il paleontologo Jean-Bernard Caron.

ESEMPLARE ROMIP 61233

PHYLUM *CHORDATA*

LONTANI CUGINI

Difficile trovare due animali diversi come la giraffa e l'ascidia invertebrata *Ciona savignyi*, a destra. Eppure discendono entrambe da un cordato del Cambriano. Mentre la giraffa rappresenta la massima espressione della colonna vertebrale, l'ascidia allo stadio larvale ha una notocorda centrale. Dotata anche di una coda muscolosa, la larva di ascidia nuota per alcuni giorni fino a quando trova una superficie a cui aderire. Durante la metamorfosi la coda e la notocorda vengono riassorbite: l'animale adulto è immobile e privo di spina dorsale.

GIRAFFA FOTOGRAFATA A SAFARI WEST

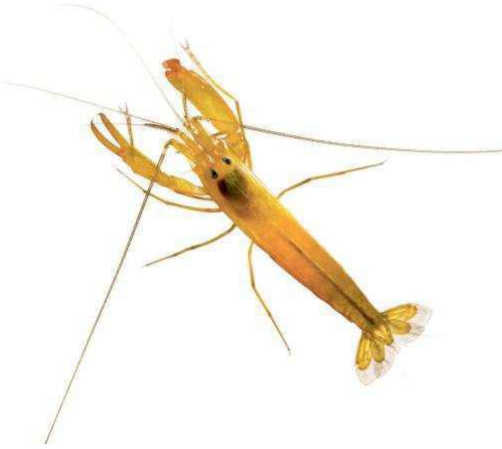
consentire a questi organismi di diventare più grandi. Conferiva loro rigidità, ne aumentava la superficie e forse era il riflesso di una scorciatoia genetica. Una semplice formula nel genoma potrebbe aver ordinato: costruisci una piccola fronda, poi ripeti l'operazione più volte, sommando i risultati, e fammi diventare grande.

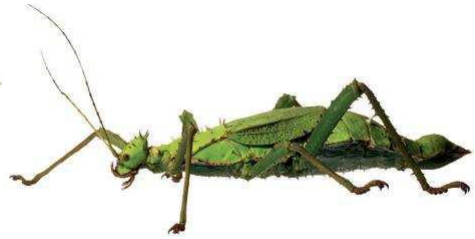
Questa sorta di struttura frattale è visibile in una creatura simile a un serpente impressa sulla roccia grigio-violacea di Mistaken Point. E si ritrova in altri organismi ediacarani a cui è stato dato il nome collettivo di rangeomorfi, da Rangea, un organismo estinto i cui fossili sono stati ritrovati in Namibia. Durante la mia visita a Terranova, Laflamme mi fa notare molti rangeomorfi, difficili da distinguere a tre metri di distanza, ma piuttosto inquietanti se visti da vicino. Ecco *Beothukis mistakensis*, una fronda a forma di spatola che prende il nome dal luogo in cui è stata scoperta. Più avanti c'era *Fractofusus*, a forma di fuso con le estremità assottigliate, che viveva sul fondo marino.

Benché avessero dominato l'ecosistema degli abissi marini di Mistaken Point per milioni di anni e si fossero diffusi altrove in acque meno profonde, i rangeomorfi si estinsero senza lasciare discendenti noti. All'inizio del periodo Cambriano, cioè 541 milioni di anni fa, o subito dopo, erano completamente spariti dal registro fossile. Per questo motivo alcuni scienziati ipotizzano che la fauna di Ediacara rappresenti un "esperimento fallito" nella prima evoluzione della vita pluricellulare.

PERCHÉ LA FAUNA DI EDIACARA scomparve così all'improvviso? L'estinzione fu totale o vi furono discendenti in forme diverse? E se la fine non fu repentina e completa, che cosa provocò la morte misteriosa di una specie dopo l'altra?

Simon Darroch ha una sua teoria al riguardo. A Mistaken Point tira fuori dallo zaino una sorpresa: piccoli pezzi di pietra marrone, provenienti da un giacimento fossilifero del tardo Ediacarano in Namibia che ha portato appositamente per me dal suo laboratorio. Si tratta di icnofossili, vale a dire tracce che, a differenza dei fossili propriamente detti, rappresentano la registrazione nella roccia delle attività degli animali come movimento, masticazione o defecazione. *(Continua a pag. 19)*



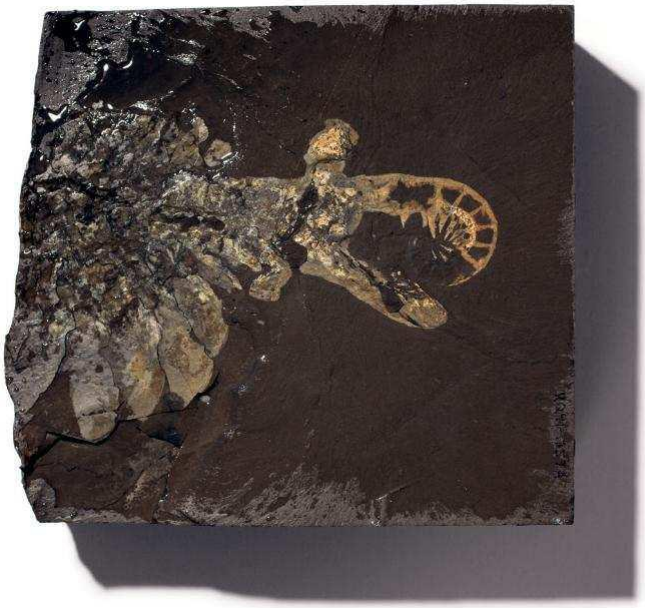


PHYLUM *ARTHROPODA*

LA CLASSE DOMINANTE

A giudicare dal numero di specie e dalla quantità di individui, gli artropodi sono il phylum dominante del regno animale. Definito da caratteristiche comuni quali l'esoscheletro resistente e il corpo segmentato, questo phylum comprende oltre un milione di specie, come per esempio (in senso orario da sinistra) il gambero pistola, l'insetto stecco della Malesia, la cavalletta *Romalea guttata*, l'insetto foglia secca, lo stomatopode e il granchio *Platypodiella spectabilis*. Si ritiene inoltre che esistano milioni di specie ancora ignote alla scienza. Nel Cambriano e nel successivo Ordoviciano i trilobiti, una classe di artropodi, erano tra i gruppi animali più diversificati. La lastra di pietra calcarea a sinistra, risalente a 452 milioni di anni fa, è un esempio di fauna dell'Ordoviciano, che include echinodermi e trilobiti, tra cui *Ceraurus*, l'esemplare a forma di tartaruga visibile sul margine sinistro.

LASTRA DI CALCARE: ESEMPLARE ROMIP 64530; COLONNA A SINISTRA, IN ALTO: FOTOGRAFATO PRESSO L'ELIZABETH MOORE INTERNATIONAL CENTER FOR CORAL REEF RESEARCH & RESTORATION; COLONNA A DESTRA: ESEMPLARI DELL'INSECT DISCOVERY LAB, SAVENATURE.ORG



PHYLUM *ARTHROPODA*

CORSA AGLI ARMAMENTI

La proliferazione di animali del Cambriano si deve anche a un modo nuovo di alimentare i motori della vita: mangiare altri animali. I predatori si dotarono di appendici per afferrare e di bocche per masticare; le prede svilupparono corazze e strategie di fuga che spinsero i predatori ad attrezzarsi di conseguenza. In questa corsa agli armamenti, un ruolo di primo piano spetta all'anomalocaride, che probabilmente si nutriva di trilobiti. Sopra sono visibili tre delle sue armi: chele, lobi propulsivi e occhi sporgenti. Il senso della vista, che comparve nel Cambriano, aiutò sia predatori che prede. Un parente moderno dell'anomalocaride, *Mastigoproctus giganteus,* a sinistra, ha due occhi frontali e altri tre su ogni lato.

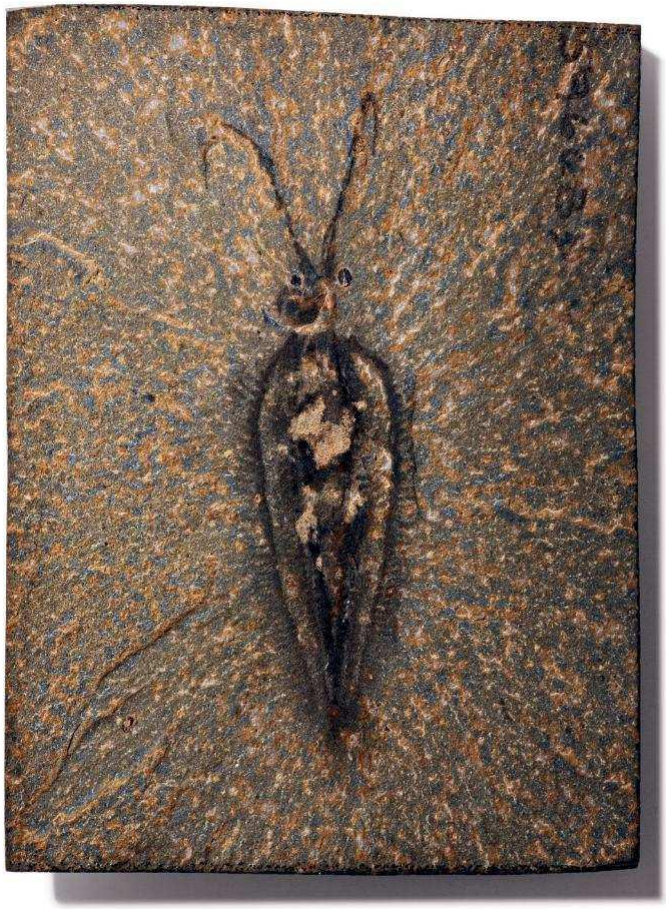
SINISTRA: ESEMPLARE DELL'INSECT DISCOVERY LAB, SAVENATURE.ORG; IN ALTO: ESEMPLARE ROMIP 51212

PHYLUM *MOLLUSCA*

VIVERE NEGLI ABISSI

Al pari degli artropodi, i molluschi si affermarono durante il Cambriano per poi evolversi in una profusione di forme divergenti, che includono (in senso orario da sinistra) la moderna *Elysia crispata*, *Acanthochitona zebra*, gli scafopodi, i fissurellidi e la lepre di mare dagli anelli. *Nectocaris pteryx*, un fossile di 508 milioni di anni preservato nell'argillite di Burgess (a destra), aveva elementi in comune con calamari, polpi e altri cefalopodi come tentacoli, occhi e una sorta di imbuto usato per la propulsione. La maggior parte dei primi molluschi viveva sul fondo marino, ma *Nectocaris pteryx* riusciva a muoversi nella colonna d'acqua.

TUTTI FOTOGRAFATI PRESSO L'ELIZABETH MOORE INTERNATIONAL CENTER FOR CORAL REEF RESEARCH & RESTORATION A ECCEZIONE DEL FOSSILE (ESEMPLARE ROMIP 59668). ELYSIA CRISPATA E LEPRE DI MARE: ESEMPLARI DELLA FLORIDA KEYS MARINE LIFE



PHYLUM *MOLLUSCA*

UN UTILE MANTELLO

Tutti i molluschi, antichi o moderni che siano, hanno in comune uno strato esterno, chiamato mantello, che riveste gli organi interni. In questo *Ctenoides scaber* presenta chiazze color rosso scarlatto ed è adornato di tentacoli vischiosi. Il mantello svolge ruoli diversi nelle varie specie, a seconda delle esigenze dell'animale. In gasteropodi, bivalvi e pettinidi il mantello secerne la sostanza che forma la conchiglia. Calamari, polpi e seppie si muovono riempiendo la cavità sotto il mantello di acqua, che viene poi espulsa attraverso il sifone.

FOTOGRAFATI PRESSO ELIZABETH MOORE INTERNATIONAL CENTER FOR CORAL REEF RESEARCH & RESTORATION

(Segue da pag. 11) Gli icnofossili costituiscono quindi un registro di comportamenti, non di morfologia. E poiché la maggior parte degli organismi ediacarani non si muoveva, non masticava e non defecava, non esistono molte tracce di questo genere del periodo Ediacarano.

«Questo è un ecosistema sessile, molto statico», osserva Darroch, riferendosi al ricco giacimento fossilifero del primo Ediacarano su cui ci troviamo.

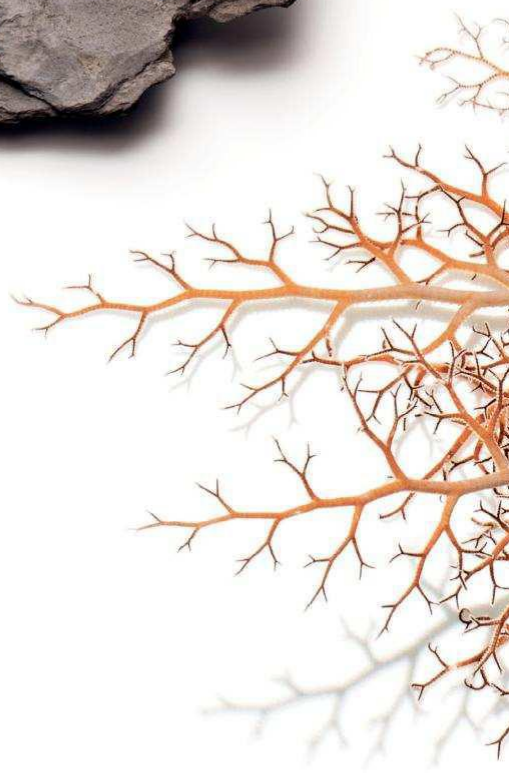
Come dimostrano le rocce della Namibia, nel tardo Ediacarano le cose cambiarono molto. Una tra le principali differenze, spiega lo studioso, fu che «per la prima volta si manifestò un comportamento fossorio elaborato». Gli esperti non concordano sull'epoca in cui questi organismi scavatori comparvero per la prima volta, ma a giudizio di tutti quelle tracce fossili indicano comunque un grande cambiamento. Per molto tempo le creature vermiformi si erano limitate a strisciare sul fondo marino; adesso però scavavano anche dei tunnel. Darroch mi mostra una piccola roccia con tracce simili a una linea punteggiata. «Stavano in superficie, sparivano e poi tornavano in superficie», dice. È la prova di un organismo con una muscolatura complessa, che gli consentiva di muoversi nelle tre dimensioni. Per farlo doveva avere una parte anteriore e una posteriore, e su quella frontale probabilmente c'era una bocca. Una bocca e forse dei denti. Strumenti e capacità straordinarie per quei tempi. Strisciando dentro e sopra il fondo marino, i vermi disturbavano i tappeti microbici e probabilmente divoravano la fauna di Ediacara. In uno studio pubblicato di recente, Darroch e altri autori (un gruppo guidato da James Schiffbauer, che include anche Laflamme) hanno definito questa prima fase del Cambriano come "Wormworld", il mondo dei vermi. Non era certo un luogo adatto alla fauna di Ediacara.

IL MONDO DEI VERMI NON ERA CERTO UN LUOGO ADATTO ALLA FAUNA DI EDIACARA...

Ma il mondo dei vermi non fu l'unico fattore che portò alla fine degli organismi ediacarani, innescando l'esplosione del Cambriano; vi furono anche cambiamenti nella chimica degli oceani che consentirono agli animali di dotarsi di elementi rigidi (scheletri ricchi di calcio, denti e gusci), di incrementare le forme di mobilità (non solo scavare buchi) e di intensificare le abitudini predatorie. Ma la preponderanza dei vermi nel periodo di transizione del tardo Ediacarano può aver avuto un ruolo chiave. Qualche settimana dopo il giro a Mistaken Point intervisto James Gehling, tra i principali studiosi dell'Ediacarano. Vada sui monti Flinders nell'Australia del Sud, nei pressi delle colline di Ediacara, mi dice al telefono dal suo studio di Adelaide, e dia un'occhiata alla prima formazione degli strati sedimentari del Cambriano. «Sembra formaggio svizzero», aggiunge. La roccia fu scavata da creature vermiformi che rivoltarono la sabbia e divorarono la fauna di Ediacara a corpo molle. «La comparsa della muscolatura utile per scavare segna l'inizio del Cambriano», precisa Gehling.

Guy Narbonne, della Queen's University, in Ontario, è sostanzialmente d'accordo sulla rilevanza della capacità di scavare. Ma questo studioso, affiancato dalla sua specializzanda Calla Carbone, è andato oltre la teoria del Wormworld. Dopo aver condotto un'analisi attenta degli icnofossili risalenti al tardo Ediacarano e al primo Cambriano, Narbonne e Carbone hanno individuato una significativa differenza nel modo di cambiare direzione delle creature vermiformi. All'inizio del Cambriano gli organismi scavatori erano già più muscolati e soprattutto più sistematici nella ricerca di cibo; perlustravano il territorio con maggiore efficienza, seguivano meglio le tracce delle loro prede e non tornavano in aree già battute. «Questo comportamento indica un'evoluzione delle capacità cerebrali», sottolinea Narbonne. «Noi riteniamo che l'esplosione cambriana corrisponda alla fase in cui il comportamento fu codificato nel genoma». I due ricercatori hanno pubblicato uno studio intitolato *When Life Got Smart* (Quando la vita è diventata intelligente).

Molti scienziati concorderebbero sul fatto che l'intelligenza, anche al livello esprimibile da un



PHYLUM *ECHINODERMATA*

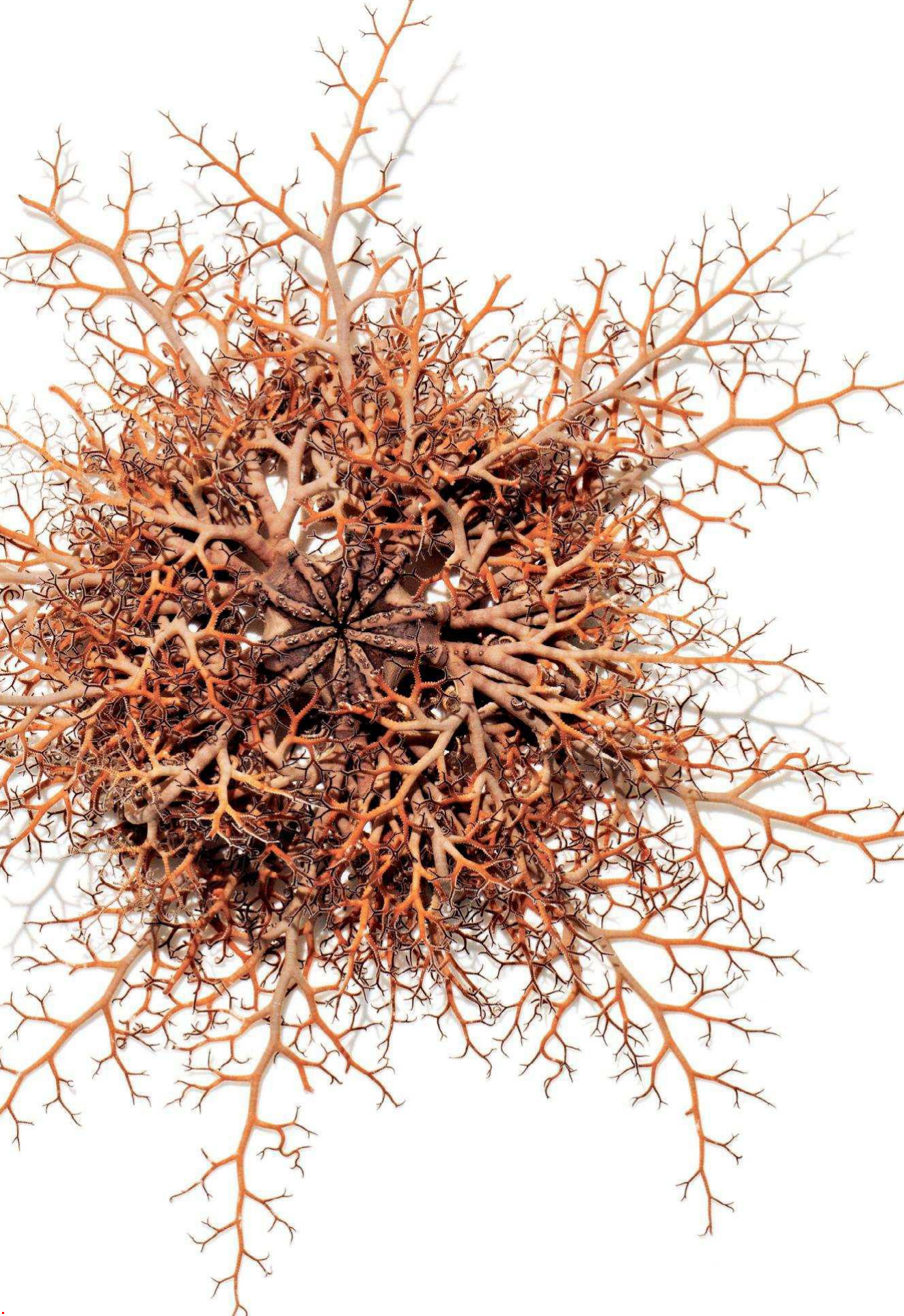
UNA STRUTTURA CHE DURA NEL TEMPO

Al pari di echinodermi come stelle marine e ricci di mare, il giglio di mare dell'Ordoviciano (sopra) e il moderno *Astrophyton muricatum* (a destra) hanno una struttura simmetrica sviluppata intorno a una bocca. Fissandosi al substrato con un peduncolo, il giglio di mare portava alla bocca le particelle che catturava con le braccia; 450 milioni di anni dopo, *Astrophyton muricatum* adotta una strategia simile, sfruttando la ramificazione delle braccia per filtrare quanta più acqua possibile.

verme primitivo, non fosse lo strumento più affilato in dotazione alla fauna di Ediacara. I genomi di quegli organismi erano forse codificati per la ripetizione frattale - perlomeno nei rangeomorfi, che presentano una sorta di basilare complessità - ma non per la reattività alle circostanze o per l'efficienza. Malgrado ciò, sarebbe sbagliato liquidare la fauna di Ediacara come un fallimento. Abbiamo già commesso quell'errore con il dodo, considerandolo un emblema di nefasta stupidità. In realtà questo grande uccello inetto al volo che si nutriva di frutti endemico dell'isola di Mauritius aveva vissuto benissimo nel suo tranquillo habitat per migliaia di anni, fino all'arrivo di *Homo sapiens* e di altri predatori. Lo stesso accadde alla fauna di Ediacara, che dovette affrontare nuove e diverse minacce. Potremmo anche chiamarli "esperimenti falliti" dell'evoluzione, ma non dimentichiamo che quelle creature vissero e si diffusero in ambienti difficili ma evidentemente adatti a loro per oltre 30 milioni di anni. Chissà se noi esseri umani saremo altrettanto tenaci e fortunati... □

Il prossimo libro di **David Quammen,** *The Tangled Tree,* sull'evoluzione della vita, sarà pubblicato a settembre. Il fotografo **David Liittschwager** collabora con *National Geographic* dal 2005, documentando l'eleganza e la bellezza del mondo naturale.

DA SINISTRA: ESEMPLARE ROMIP 64529; ESEMPLARE DELLA FLORIDA KEYS MARINE LIFE



di
NADIA DRAKE
fotografie di
MARTIN SCHOELLER

OLTRE LA BIGLIA BLU

Descrivere la bellezza della Terra vista dallo spazio non è facile, ma questi astronauti provano a raccontarcela.

MIKE MASSIMINO

NEW YORK, USA

Nel 2009 l'astronauta della NASA ha visitato il Telescopio Spaziale Hubble, a 560 chilometri circa dal pianeta, in una missione destinata a riparare per l'ultima volta l'amato occhio celeste. Lo sguardo di Hubble è sempre rivolto verso lo spazio cosmico, ma mentre era agganciato al gigantesco osservatorio, Massimino si sentiva attratto soprattutto dalla Terra. Tra le verdeggianti foreste pluviali sudamericane, gli scabri deserti africani e le scintillanti luci delle città, il pianeta gli sembrava un paradiso.

«A un certo punto ho pensato: se fossi in paradiso, è così che vedrei il pianeta. E poi ci ho riflettuto bene e mi sono detto: no, è ancora più bello. Dev'essere così che appare il paradiso stesso. Penso al nostro pianeta come a un paradiso. Abitarlo è una vera fortuna».

PER UNA GROSSA PARTE DELLA STORIA UMANA, È STATO IMPOSSIBILE CONSIDERARE LA TERRA IN UNA PROSPETTIVA COSMICA

Per noi che siamo limitati dalla gravità e dalla biologia, è difficile immaginare di elevarci al di sopra di esse. La questione è semplice: per molti di noi la Terra è troppo grande. Ancora oggi, dopo quasi sei decenni di viaggi spaziali, pochissime persone si sono lanciate in orbita e hanno visto il Sole fare capolino dalla curva dell'orizzonte. Dal 1961, solo 556 esseri umani hanno vissuto questa esperienza sublime. Ancora meno, 24, hanno visto la Terra rimpicciolirsi in lontananza, fino a diventare minuscola come il quadrante di un orologio da polso. E solo sei di loro si sono ritrovati completamente soli dietro la faccia nascosta della Luna, tagliati fuori dalla vista del nostro pianeta mentre sfrecciavano negli abissi di un mare tempestato di stelle.

SAMANTHA CRISTOFORETTI

MALÉ (TRENTO)
(doppia pagina precedente)

AstroSamantha è la seconda donna che ha passato il periodo ininterrotto più lungo nello spazio, avendo trascorso 199 giorni sulla Stazione Spaziale Internazionale nel 2015. (Peggy Whitson della NASA ha superato quel record di quasi 100 giorni nel 2017). Più stava in orbita, dice Cristoforetti, più la sua percezione del tempo trascorso dall'umanità sulla Terra si trasformava. Quando le imponenti forze geologiche che hanno scolpito il pianeta sono visibili in un unico sguardo, i secoli in cui abbiamo costruito piramidi e grattacieli diventano quasi indistinguibili. È come se, da quel punto di vista, tutti i monumenti eretti dall'uomo fossero sorti dal giorno alla notte.

«Hai questo pianeta sotto di te, e molto di quello che vedi, soprattutto di giorno, non rimanda necessariamente a una presenza umana. Se consideriamo la questione in una scala temporale geologica, è quasi come se fossimo comparse evanescenti, e dovremmo stare uniti come una famiglia per assicurarci di essere una presenza duratura su questo pianeta e non solo un batter di ciglia».

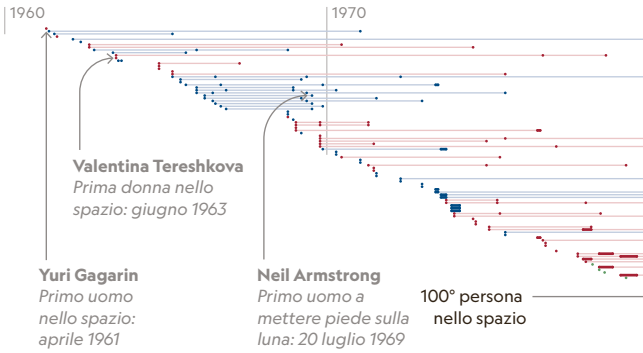
FOTO (SOPRA): NASA. LE CITAZIONI DEGLI ASTRONAUTI SONO STATE TAGLIATE PER RAGIONI DI SPAZIO E CHIAREZZA.

Il viaggio nello spazio è profondamente innaturale: la nostra fisiologia si è evoluta per farci agire su questo pianeta, non in un punto lontano del cielo. Forse per questo agli astronauti riesce così difficile descrivere l'esperienza di vedere la Terra dallo spazio.

Luca Parmitano, per esempio, dice che non abbiamo ancora sviluppato le parole per descrivere in modo fedele la realtà del viaggio spaziale. Le parole sono limitate dal significato e dalla connotazione, a prescindere dalla lingua scelta (Parmitano ne parla cinque). E fino a metà del Novecento non c'è stato bisogno di esprimere che cosa significhi vedere il nostro pianeta nell'essenza primordiale dello spazio. «Noi non pensiamo in termini di viaggi spaziali, tutto qui», dice l'astronauta italiano.

Guardare il nostro pianeta dallo spazio può trasformare la visione del mondo. L'astronauta statunitense Nicole Stott ha viaggiato per due volte sullo Space Shuttle *Discovery* ed è tornata con una nuova voglia di creare opere d'arte che rappresentino quello spettacolo. Il canadese Chris Hadfield racconta che, mentre orbitava intorno alla Terra, si sentiva in contatto con gli abitanti del pianeta più di quanto gli fosse mai successo prima.

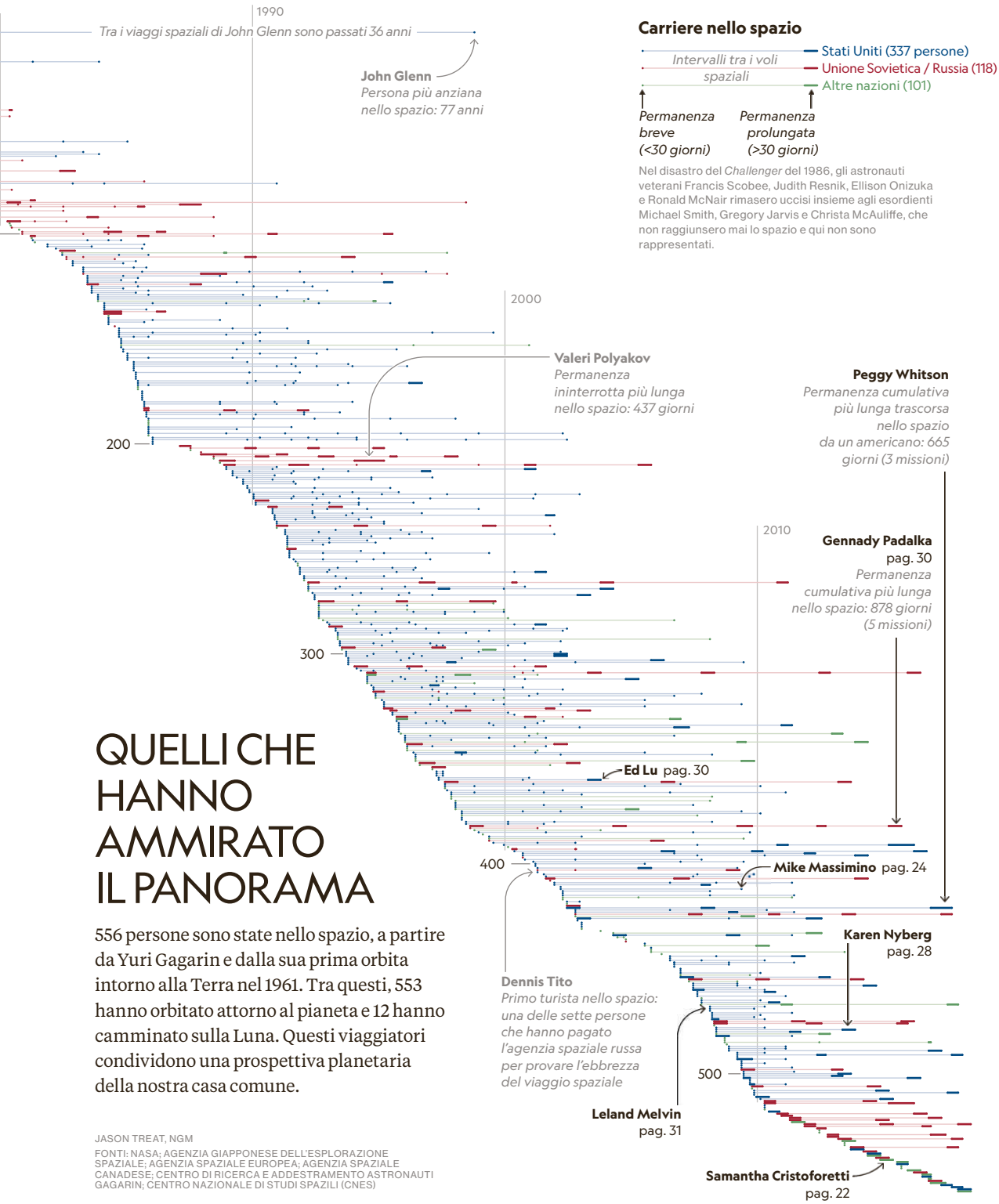
Kathy Sullivan, che nel 1984 è diventata la prima americana a passeggiare nello spazio, si è portata a casa un profondo stupore per i complessi fattori che contribuiscono a rendere la Terra un'improbabile oasi. «Nel corso di quei voli si è sviluppato dentro di me un impulso, un desiderio autentico... non solo di godermi il panorama e scattare foto», dice, «ma di fare in modo che abbiano un impatto sugli altri». Dopo essere andata in pensione dalla NASA, Sullivan ha diretto per tre anni la National Oceanic and Atmospheric Administration, sfruttando gli occhi artificiali dei satelliti per realizzare il suo obiettivo. Spiega che dall'alto la Terra è di una bellezza così irresistibile che non si stancava mai di guardarla. Anche quando le parole vengono a mancare, una sola immagine di casa nostra ripresa dal



cielo può cambiare la prospettiva di milioni di persone. Nel 1968 i membri dell'equipaggio di *Apollo 8* furono le prime tre persone a uscire dalla gravità terrestre per orbitare attorno alla Luna. La vigilia di Natale, l'astronauta Wiliam Anders scattò quella che sarebbe diventata un'immagine-simbolo: un mondo lussureggiante che sorgeva al di sopra dell'arido, bucherellato orizzonte lunare. Oggi chiamata "Earthrise" (la Terra che sorge dalla Luna), la fotografia aumentò la consapevolezza della bellezza e della fragilità del pianeta.

«Il 2018 sarà il cinquantesimo anniversario di quella foto leggendaria, che contribuì a imprimere una svolta al movimento ecologista. Quali sono le correzioni di rotta che dobbiamo apportare oggi? Ci aiuteranno ad arrivare al centesimo anniversario?», chiede l'astronauta statunitense Leland Melvin, impegnato con alcuni colleghi a sfruttare le esperienze degli astronauti per aiutare la gente ad adottare stili di vita più sostenibili. È evidente che tra coloro che si sono spinti così lontano dal nostro pianeta è molto diffuso il desiderio di proteggerlo. Il cosmonauta russo Gennady Padalka ha totalizzato più giorni nello spazio di chiunque altro. Il fascino dei viaggi spaziali lo ha spinto a continuare per 28 anni, ma qualcosa di ancora più potente della gravità ha continuato ad attirarlo verso casa. «Siamo geneticamente legati a questo pianeta», dice. E a quanto ne sappiamo, la Terra è la sola a poter sostenere la vita come la conosciamo. L'ultimo decennio dell'astronomia ci ha mostrato che siamo uno dei miliardi di mondi nella galassia della Via Lattea, ma un complicato intreccio di fattori geologici, ecologici e biologici rende questa strana roccia l'unica nei dintorni adatta all'uomo.

In passato la giornalista freelance **Nadia Drake** ha fatto domanda per diventare astronauta e oggi scrive articoli sul cosmo. Il servizio di copertina di **Martin Schoeller** sul popolo amazzonico dei Kayapo è stato pubblicato da *National Geographic* nel gennaio del 2014.



QUELLI CHE HANNO AMMIRATO IL PANORAMA

556 persone sono state nello spazio, a partire da Yuri Gagarin e dalla sua prima orbita intorno alla Terra nel 1961. Tra questi, 553 hanno orbitato attorno al pianeta e 12 hanno camminato sulla Luna. Questi viaggiatori condividono una prospettiva planetaria della nostra casa comune.

JASON TREAT, NGM

FONTI: NASA; AGENZIA GIAPPONESE DELL'ESPLORAZIONE SPAZIALE; AGENZIA SPAZIALE EUROPEA; AGENZIA SPAZIALE CANADESE; CENTRO DI RICERCA E ADDESTRAMENTO ASTRONAUTI GAGARIN; CENTRO NAZIONALE DI STUDI SPAZILI (CNES)

KAREN NYBERG

CADDO LAKE, TEXAS

Nel settembre 2013, durante la sua seconda visita alla Stazione Spaziale Internazionale, Nyberg ha fatto un dinosauro imbottito per il figlioletto di tre anni. È stato, forse, il primo giocattolo cucito nello spazio, ricavato dai materiali di scarto che Nyberg, ingegnere meccanico, trovava a bordo dell'avamposto spaziale. Realizzare il pupazzo l'ha aiutata a sentirsi più vicina ai suoi familiari lontani. Ma il manufatto era anche un'espressione della profonda vicinanza che Nyberg sentiva con gli ecosistemi passati e presenti mentre si trovava in orbita.

«In futuro, vorrei dare il mio contributo alla protezione degli animali. Ogni singola parte della Terra reagisce a ogni altra. È un tutto unico. Ogni piccolo animale è importante in questo ecosistema. [Vedere il pianeta dall'alto] te lo fa capire intimamente, e ti spinge a desiderare di fare qualcosa perché continui a essere così. Se ogni terrestre avesse la possibilità di farsi un giro attorno alla Terra, credo che le cose andrebbero in modo molto diverso».

KAREN NYBERG

GENNADY PADALKA

PARCO NAZIONALE LOSINY OSTROV, RUSSIA

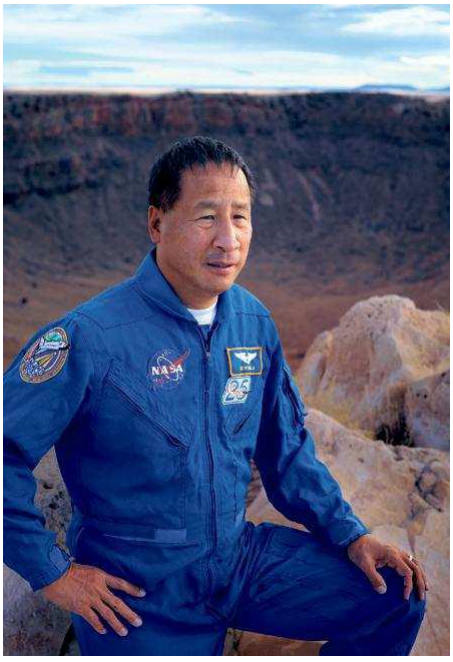
Detiene il record per la maggiore quantità di tempo passata nello spazio, con 878 giorni dal 1998 al 2015. Ritiene l'esperienza una lezione sull'importanza del lavoro di squadra e dell'amicizia, che viene amplificata dal viaggio spaziale. La più grave minaccia all'esistenza umana, dice, è la generalizzata incapacità di andare d'accordo e risolvere i dissidi in modo costruttivo. Non dubita che il pianeta alla lunga sopravviva.

«La natura è più saggia di noi. [In orbita] lavoriamo insieme in uno spazio ristretto: americani, russi, canadesi e giapponesi... Parliamo una lingua comune. Ci capiamo. A terra non si può fare lo stesso?». —ED LU

ED LU

METEOR CRATER, ARIZONA, USA

Veterano di tre voli spaziali della NASA dal 1997 al 2003, Lu è rimasto colpito dagli enormi crateri incisi sulla crosta terrestre dagli impatti dei meteoriti del passato. Nel 2002 è stato cofondatore della B612 Foundation, organizzazione non profit che lavora su «ingegneria sulla più grande scala immaginabile». L'obiettivo del gruppo: prevenire gli impatti devastanti di asteroidi sulla Terra.



LELAND MELVIN

LONG ISLAND, ISOLE BAHAMAS

Entrato nella Football League nel 1986, Melvin ha giocato con i Detroit Lions. Ma un infortunio ha troncato la sua carriera sportiva e la sua vita ha preso una svolta decisiva. Durante i due voli come astronauta NASA, nel 2008 e nel 2009, è rimasto sbalordito dalla vista degli oceani terrestri. I colori così vividi e variegati, le sfumature di azzurro... Sete di conoscenza ed entusiasmo caratterizzano il suo impegno a convincere le persone, soprattutto i bambini, a preservare il pianeta e inseguire i sogni.

UN PIANETA FUORI DAL COMUNE

13 FATTORI CHE RENDONO POSSIBILE LA VITA SULLA TERRA

Le risorse della Terra e la sua collocazione nel Sistema Solare e nella galassia sono ideali per sostenere la vita come noi la intendiamo. Esito di circa 4,6 miliardi di anni di costruzione cosmica, il nostro pianeta brulica di esseri viventi grazie a un insieme fortuito di condizioni, dalla composizione chimica ottimale del nucleo alla distanza di sicurezza dal buco nero nascosto nel cuore della nostra galassia.

DI MANUEL CANALES, MATTHEW W. CHWASTYK, E EVE CONANT

1 La Terra è in grado di riciclare il carbonio favorevole alla vita

L'anidride carbonica è uno dei gas serra che intrappolano il calore e tengono la superficie della Terra abbastanza al caldo da rendere possibile la vita. Le superfici statiche di Venere e Marte bloccano il carbonio nell'atmosfera e nelle rocce. La Terra, invece, nel corso di milioni di anni, fa circolare in modo dinamico questo elemento vitale nell'aria, nella terra e nel mare grazie all'azione costante delle placche tettoniche.

2 Uno strato di ozono blocca le radiazioni nocive

Gli antichi organismi vegetali degli oceani rilasciarono ossigeno nell'atmosfera e crearono uno strato di ozono ad alta quota che proteggeva le prime specie terrestri dalle radiazioni letali del Sole.

A: IL CARBONIO SI DEPOSITA

I processi chimici che dissolvono i minerali nelle rocce attingono il carbonio dall'atmosfera e lo incorporano nella crosta terrestre.

RYAN T. WILLIAMS, NGM.
GRAFICA: TOMAS MÜLLER.

FONTI: PETER D. WARD, UNIVERSITY OF WASHINGTON; KATE MAHER, STANFORD UNIVERSITY; KARINA A. YAGER, GODDARD SPACE FLIGHT CENTER DELLA NASA; JASON BARNES, UNIVERSITY OF IDAHO.

3 Una grossa luna stabilizza l'asse di rotazione terrestre

La Terra è inclinata rispetto al Sole, e nella rotazione il suo asse oscilla attorno alla verticale. Questa lentissima variazione può cambiare il clima da caldissimo a gelido ogni 41.000 anni, e sarebbe più pronunciata senza l'attrazione stabilizzante della Luna.

4 Molte forme di vita diverse

Gli effetti drastici della tettonica a placche hanno generato diversi tipi di habitat e terreni. Ciò ha promosso l'adattamento, aiutando la vita a diversificarsi e a sopravvivere a diverse estinzioni di massa.

AURORA

STRATO DI OZONO

5 La magnetosfera devia le tempeste solari

Prodotte dalle particelle ad alta energia del Sole, le aurore boreali ci ricordano il campo magnetico terrestre, che fa deviare la maggior parte delle radiazioni nocive ed eruzioni del Sole.

L'UOMO HA UN IMPATTO SUL CLIMA

Dopo 11.700 anni di relativa stabilità, gli esseri umani oggi sovraccaricano l'atmosfera di carbonio, facendo rapidamente scivolare la Terra in una nuova era climatica.

CATENA VULCANICA

VULCANO

TERRENI AGRICOLI

CITTÀ

CAMERA MAGMATICA

CROSTA CONTINENTALE

LITOSFERA

C: IL CARBONIO VIENE ESPULSO

LITOSFERA

ASTENOSFERA

B: IL CARBONIO SCENDE IN PROFONDITÀ

B: IL CARBONIO SCENDE IN PROFONDITÀ

Il carbonio si compatta nella crosta nel corso di milioni di anni e piano piano sprofonda verso il centro della Terra, nelle zone in cui le placche tettoniche entrano in collisione.

C: IL CARBONIO VIENE ESPULSO

Quando sprofonda nel sottostante mantello incandescente, la crosta terrestre raggiunge un punto di fusione e affiora in superficie attraverso i vulcani, rispedendo il carbonio nell'atmosfera.

NEL SISTEMA SOLARE

NÉ TROPPO CALDO NÉ TROPPO FREDDO

Non tutti i pianeti hanno ciò che serve a rendere possibile la vita come la conosciamo. Nel Sistema Solare si sono formati otto pianeti, ma la Terra è l'unico in cui, per quel che ne sappiamo, si è affermata la vita. La convergenza di tutti i fattori favorevoli in una zona ideale attorno a una stella calda e non turbolenta sembra essere stata cruciale nella creazione di un mondo che sostiene la vita.

URANO

FASCIA PRINCIPALE DEGLI ASTEROIDI

MERCURIO

Mercurio ha una massa troppo piccola per trattenere un'atmosfera protettiva ed è troppo vicino al Sole perché sulla sua superficie possa permanere acqua allo stato liquido.

SATURNO

6 Ci troviamo alla distanza ideale dal Sole

La Terra orbita nella zona abitabile circumstellare, dove non è né troppo vicina né troppo lontana dal Sole perché l'acqua sia liquida in superficie.

I pianeti nel diagramma qui sotto sono disegnati in scala. Le distanze planetarie sono in una scala diversa.

7 La nostra posizione ci protegge dai giganti gassosi

Se le orbite dei pianeti più grandi del sistema solare fossero molto più vicine, l'attrazione del loro potente campo gravitazionale potrebbe causare fluttuazioni disastrose nella distanza della Terra dal Sole.

8 Il Sole, stabile e resistente

Le stelle più grandi del Sole bruciano più intensamente e di solito non vivono abbastanza perché i pianeti circostanti riescano a sviluppare la vita. Le stelle più piccole e giovani di solito sono instabili e tendono a bersagliare i loro pianeti con esplosioni di radiazioni.

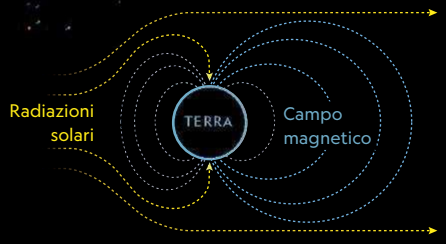
Venere ha un nucleo fuso e un'atmosfera resistente, ma probabilmente è troppo vicina al Sole, e inoltre non possiede le placche tettoniche, fondamentali per regolare il clima.

Prosegue alla pagina successiva

Le correnti nel nucleo esterno liquido della Terra generano il nostro campo magnetico.

9 Le caratteristiche giuste per ospitare un nucleo dinamico

La nube interstellare di gas e polveri che ha dato origine alla Terra conteneva abbastanza elementi radioattivi da alimentare un nucleo dinamico per miliardi di anni. Questo produce un campo magnetico in grado di proteggere il pianeta da pericoli come le eruzioni solari.



3,2 miliardi di chilometri

Continua dalla pagina precedente

Marte è circa la metà delle dimensioni della Terra e ha un decimo della sua massa. A causa del suo campo magnetico poco omogeneo e della sua debole forza gravitazionale, ha un'atmosfera molto rarefatta e poca o nessuna acqua liquida in superficie.

L'attrazione gravitazionale della Luna ha contribuito a rallentare la velocità di rotazione della Terra, determinando giorni di circa 24 ore e il flusso e riflusso delle maree.

I grandi pianeti composti soprattutto di gas, come Giove, hanno atmosfere molto dense agitate da violente perturbazioni.

10

Pianeti giganti ci proteggono a distanza

Quando la Terra si era appena formata, la forte gravità di Giove mandava asteroidi ricchi d'acqua a schiantarsi sulla sua superficie. Oggi Giove dirada la fascia degli asteroidi, proteggendoci da collisioni troppo frequenti che potrebbero innescare estinzioni.

LA SCALA VARIA IN QUESTA PROSPETTIVA.

MANUEL CANALES E MATTHEW W. CHWASTYK, STAFF NGM; SEAN MCNAUGHTON. GRAFICA: ANTOINE COLLIGNON

FONTI: GUILLERMO GONZALEZ, BALL STATE UNIVERSITY; MICHAEL GOWANLOCK, NORTHERN ARIZONA UNIVERSITY; ICARUS; ASTROBIOLOGY; NASA/JET PROPULSION LABORATORY; INTERNATIONAL JOURNAL OF ASTROBIOLOGY

NELLA VIA LATTEA

UNA POSIZIONE PRIVILEGIATA

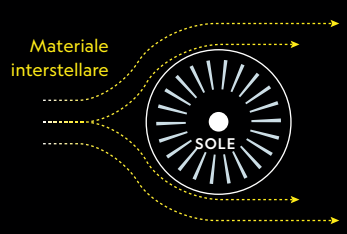
La Via Lattea è una galassia a spirale con bracci ricurvi e una barra centrale di stelle che attraversa il centro galattico. Perché la vita sulla loro superficie sia possibile, i pianeti devono evitare minacce catastrofiche come supernove troppo vicine, lampi gamma e buchi neri attivi. Inoltre non possono affollarsi in ammassi stellari che li sballotterebbero all'eccesso. Per fortuna la Terra si trova in una collocazione ideale perché i suoi abitanti possano prosperare.

UNA SEDE POSSIBILE PER LA VITA?
Un *bulge*, o bulbo galattico, ampio 10.000 anni luce, di polveri, gas e vecchie stelle circonda il centro. Gli esperti si dividono sulle possibilità che avrebbe questa zona di ospitare la vita.

I bracci della Via Lattea sono pieni di rischi per l'abitabilità, tra cui le nubi radioattive, le zone di attiva formazione stellare e le devastanti esplosioni delle stelle che muoiono.

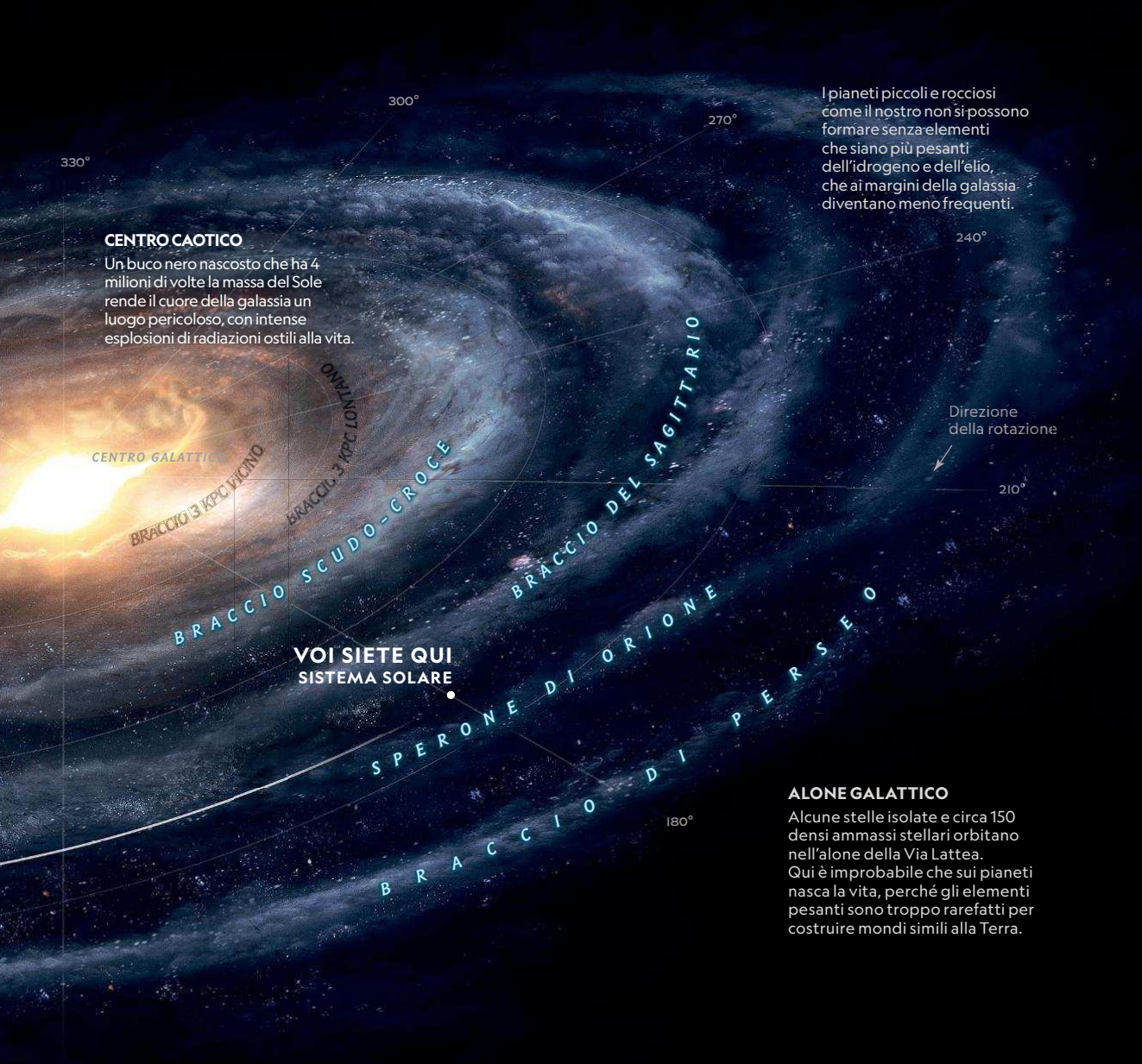
11 Il Sole ci protegge dai detriti galattici

Il sole avviluppa i suoi pianeti in una bolla di particelle cariche che respingono le radiazioni pericolose e i materiali nocivi provenienti dallo spazio interstellare.



12 La nostra traiettoria ci allontana dai pericoli

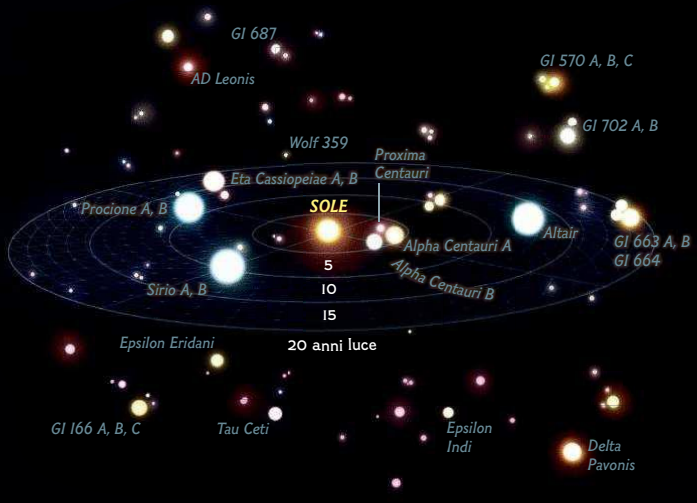
Il Sistema Solare è comodamente annidato in un riparo sicuro in mezzo ai principali bracci a spirale, e la sua orbita quasi circolare lo aiuta a evitare le rischiose regioni interne della galassia.



13

La nostra posizione è lontana dagli ammassi stellari troppo densi

Ci sono relativamente poche stelle vicino al Sole, e ciò riduce i rischi per la Terra di attrazioni gravitazionali, lampi gamma o supernove (esplosioni stellari).



MANUEL CANALES E MATTHEW W. CHWASTYK, NGM; SEAN MCNAUGHTON. GRAFICA: ANTOINE COLLIGNON

FONTI: GUILLERMO GONZALEZ, BALL STATE UNIVERSITY; MICHAEL GOWANLOCK, NORTHERN ARIZONA UNIVERSITY; ICARUS; ASTROBIOLOGY; NASA/JET PROPULSION LABORATORY; INTERNATIONAL JOURNAL OF ASTROBIOLOGY

NESPOLI E LA COPERTINA COSMICA

DI ALESSANDRO BARTELETTI

«Da lassù perdi il dettaglio ma vedi la bellezza e anche la fragilità del nostro pianeta: la chiamano visione d'insieme. L'atmosfera sembra una nebbiolina in Val Padana e dalla Stazione spaziale pensi che basterebbe soffiare per mandarla via. Di notte tutto si illumina come un albero di Natale e capisci quanto noi esseri umani ci siamo impossessati con prepotenza del pianeta».

La sua visione della Terra da una prospettiva cosmica Paolo Nespoli la racconta così, al telefono da Houston dopo la sua terza missione nello spazio. «Mi sento cambiato e migliorato dopo questa esperienza. Le nostre missioni sono il frutto di un lavoro complesso, dell'impegno delle agenzie ma anche del cittadino, e adesso mi piacerebbe poter restituire qualcosa in questo senso. Noi italiani abbiamo picchi di capacità ma poi ci perdiamo nelle cose semplici e vorrei rendere tutti partecipi di questa esperienza di cose che funzionano».

La navicella Soyuz che lo scorso 28 luglio ha portato in orbita l'astronauta Paolo Nespoli aveva a bordo anche una copia di *National Geographic Italia*, il numero di luglio 2017 che ritrae in copertina proprio lui, Nespoli, con la tuta Sokol seduto all'interno del simulatore del modulo di lancio. Una rivi-

sta italiana a bordo di una navicella in viaggio verso lo spazio: è curioso pensare che una foto nata da un vero e proprio imprevisto si sia conquistata non solo la copertina ma anche una permanenza in orbita. Mi trovavo a Star City, in Russia, pronto a catturare l'immagine che avevo inseguito per mesi: Paolo Nespoli all'interno del simulatore solo per me e a disposizione della mia macchina fotografica. All'improvviso accade ciò che mai ti aspetteresti in un centro di addestramento spaziale: un blackout del simulatore. Rimango bloccato nella navicella assieme a Nespoli e so bene che il mio tempo a disposizione - soltanto un minuto cronometrato, scandito dall'addetto alla sicurezza che bussa dall'esterno - sta per scadere: se fossi uscito per recuperare un flash non mi avrebbero più fatto rientrare. E da qui arriva l'idea tanto improvvisa quanto risolutiva di usare la torcia del mio smartphone per illuminare la scena. Ecco nascere la fotografia per me più rappresentativa e importante di tutto il servizio.

Quattro mesi e mezzo dopo, Paolo Nespoli è rientrato sulla Terra ma la copia di *National Geographic Italia* sta ancora facendo il giro intorno al mondo - nel vero senso della parola - a bordo della Stazione Spaziale Internazionale. Quaggiù, a noi "terrestri", è arrivata prova straordinaria del suo viaggio.

PAOLO NESPOLI

STAR CITY, RUSSIA

Protagonista del servizio di copertina del numero di luglio 2017 (che ha portato con sé in orbita), Nespoli, astronauta ESA sessantenne, stabilisce il nuovo record totale di permanenza nello spazio per un italiano: 313 giorni. Dopo 2.224 orbite e 94 milioni di chilometri, la missione VITA di ASI si è conclusa lo scorso dicembre; la terza e ultima di Nespoli.

FOTO: PAOLO NESPOLI (PAGINA A FIANCO); ALESSANDRO BARTELETTI

Migrazioni epiche

Sappiamo sempre di più sugli incredibili viaggi compiuti dagli uccelli migratori e sulle difficoltà che incontrano a causa dell'uomo.

Sule bassane

BASS ROCK, SCOZIA

Nella stagione riproduttiva 150.000 sule si radunano su quest'isola nell'insenatura chiamata Firth of Forth. D'inverno partono per il sud e arrivano fino all'Africa occidentale. Per realizzare questa immagine, Stephen Wilkes e un assistente hanno trasportato le attrezzature salendo 122 gradini e si sono accampati vicino alle rovine di una chiesa a circa due metri dai nidi. Wilkes ha passato 28 ore insonni sul terreno roccioso, scattando 1.176 foto. «È come uno stato di meditazione», spiega. «Percepisco tutto e vedo tutto». Per comporre l'immagine ha selezionato circa 150 scatti.

FOTOGRAFATE CON L'AUTORIZZAZIONE DELLA FAMIGLIA DALRYMPLE E DELLO SCOTTISH SEABIRD CENTRE

Queste immagini panoramiche illustrano una giornata nella vita degli uccelli. Il fotografo Stephen Wilkes ha scelto un'inquadratura, ha montato l'attrezzatura e ha scattato dal giorno alla notte. Ha poi selezionato i momenti migliori e li ha sovrapposti in digitale per riassumere un'intera giornata in un'unica immagine composita. «Quello che vedete in queste fotografie è la vera storia di ciò che è accaduto in quel giorno», spiega.

Fenicotteri minori

LAGO BOGORIA, KENYA

Nella Rift Valley africana, i fenicotteri minori prosperano nelle condizioni estreme dei laghi alcalini d'alta quota, nutrendosi delle fioriture algali che sono tossiche per molte altre creature. Non sono migratori, bensì nomadi: si spostano da un lago all'altro, ovunque ci sia abbondanza di cibo. Wilkes ha scattato 1.742 foto nell'arco di 36 ore da un'impalcatura nascosta alta 10 metri, catturando i movimenti incessanti dei fenicotteri e dei marabù che li seguono. Per questa immagine ha selezionato circa 30 scatti.

Gru canadesi

ROWE SANCTUARY, NEBRASKA, USA

Da metà febbraio a metà aprile, mezzo milione di gru canadesi si raduna sul fiume Platte. Arrivano esauste dal Messico e dagli Stati Uniti del sud, e ingrassano per proseguire la migrazione verso i siti di nidificazione artici e subartici. Da una tenda posta a otto metri di altezza, Wilkes ha scattato 1.377 fotografie nell'arco di 36 ore, usandone circa 200 per creare questa immagine. Durante il giorno le gru si ingozzano dei semi non raccolti lasciati nei campi. Di sera, a ondate, fanno ritorno al fiume. «È uno degli spettacoli più magnifici cui abbia mai assistito», dice Wilkes.

FOTOGRAFATE CON L'AUTORIZZAZIONE DELLO AUDUBON'S ROWE SANCTUARY

Albatri sopracciglio nero e pinguini saltarocce

STEEPLE JASON, ISOLE FALKLAND

Gli albatri nidificano sul mare, dividendo con i pinguini i declivi erbosi. Mentre siedono sui nidi per riscaldare e proteggere i pulcini, i loro partner si librano in volo sull'oceano e si tuffano in picchiata per catturare le prede. Svernano sulla piattaforma patagonica e negli estuari dell'Argentina, per poi fare ritorno alla colonia. Per raggiungere questa località isolata, Wilkes ha dovuto farsi largo tra uno stormo di caracara striati inferociti. Dall'alto di una zolla erbosa (una formazione di tussock), ha scattato 926 foto in 26 ore, usandone circa 80 per comporre questa immagine.

FOTOGRAFATI CON L'AUTORIZZAZIONE DELLA WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY

DI YUDHIJIT BHATTACHARJEE
FOTOGRAFIE DI STEPHEN WILKES

Mentre il sole tramonta sul Firth of Thames, in Nuova Zelanda, decine di pittime minori si aggirano pigramente sulle rive della baia, con le piume arruffate dal vento.

La marea risale, sommergendo i tratti fangosi su cui gli uccelli si cibavano, affondando i lunghi becchi nel substrato soffice per estrarne vermi policheti e granchi. Con l'avanzare dell'acqua, le pittime interrompono la caccia e tornano verso terra. Mentre il cielo si tinge di arancione, si riuniscono nei dormitori notturni. Restando immobili, così per ore, possono sembrare animali sedentari.

Niente di più lontano dal vero. Sei mesi fa questi uccelli hanno intrapreso un viaggio epico per giungere fin qui in volo dall'Alaska. E incredibilmente non si sono mai fermati. Hanno volato per otto o nove giorni di fila, battendo le ali per tutto il tragitto: circa 11.500 chilometri, più di un quarto della circonferenza terrestre.

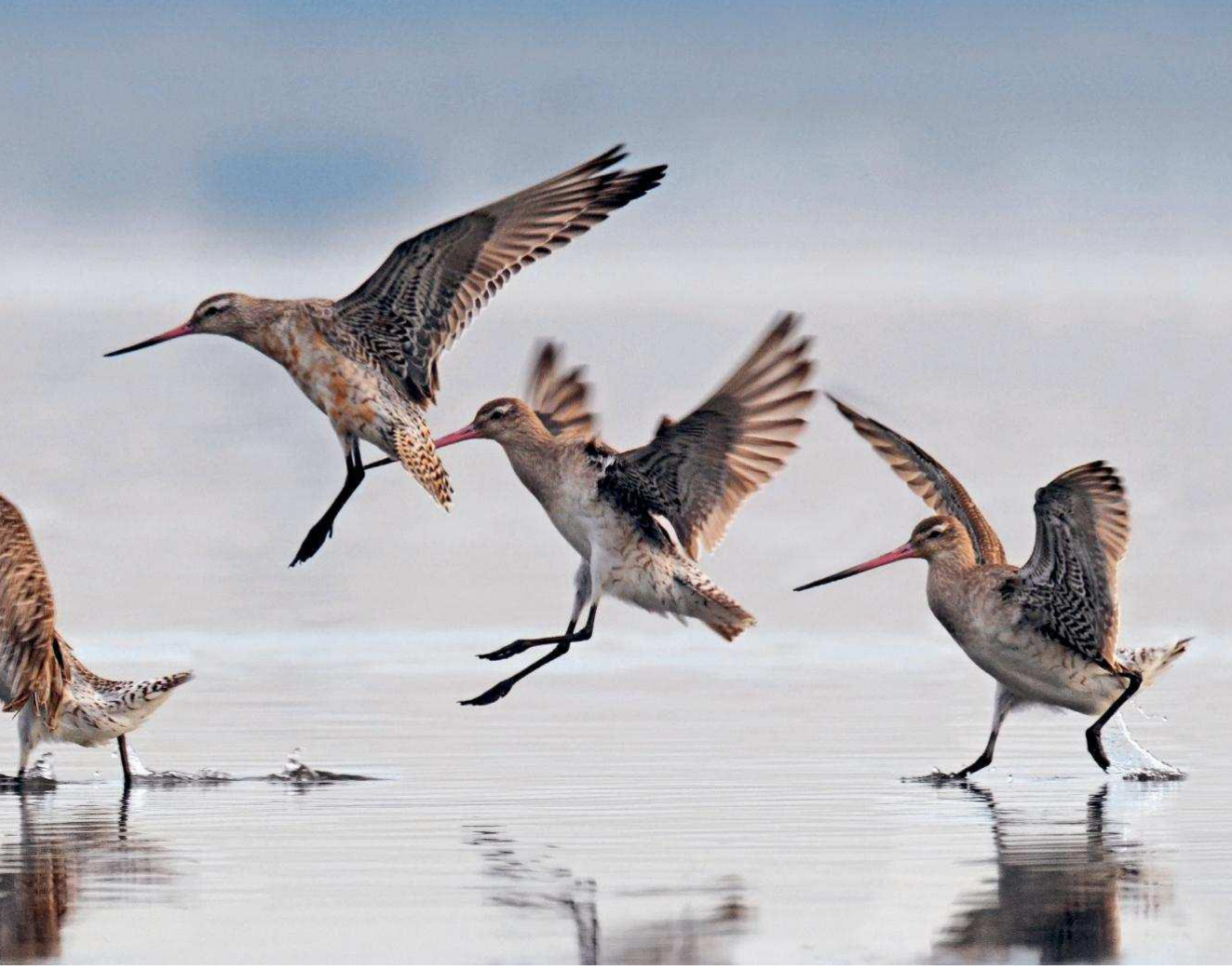
Al loro arrivo le pittime erano malridotte e smagrite. Ora sono ingrassate per il viaggio di ritorno in Alaska, dove si riproducono durante l'estate. Stanno per compiere un volo di circa 10 mila chilometri, fino al Mar Giallo. Lì trascorreranno più o meno sei settimane, a nutrirsi e riposare prima di volare per altri 6.500 chilometri.

Le pittime minori compiono questa migrazione da migliaia di anni, ma un quadro chiaro dei loro viaggi è emerso solo negli ultimi decenni. Le migrazioni degli uccelli ispirano meraviglia da secoli, e le ultime scoperte scientifiche stanno aiutando a chiarirle. Ma gli scienziati stanno anche scoprendo in quali modi le attività umane e i cambiamenti climatici influenzano, e forse mettono a rischio, questi viaggi antichissimi.

La scomparsa delle pittime dalla Nuova Zelanda durante i mesi della riproduzione ha portato i Maori a considerare la specie un uccello misterioso. A metà degli anni Settanta i *birdwatcher* e i biologi sospettavano già che le pittime della nuova Zelanda fossero le stesse che nidificavano in Alaska. Ma fu solo nel 2007 che gli scienziati riuscirono a tracciare le loro rotte migratorie.

I ricercatori Bob Gill e Theresa Lee Tibbitts, biologi naturalisti, avevano catturato insieme alla

Fondo di ricerca NGS Questo progetto è stato finanziato in parte dalla National Geographic Society.



Pittime minori in cerca di cibo nell'estuario dei fiumi Heathcote e Avon a Christchurch, in Nuova Zelanda. Hanno volato fin lì senza mai fermarsi dai siti di riproduzione in Alaska, ma al ritorno faranno sosta sul Mar Giallo.

loro squadra alcuni individui di pittima minore e avevano impiantato loro dei trasmettitori satellitari, lasciando all'esterno le antenne. Poi ne avevano seguito un gruppo durante la sua migrazione verso nord, tra marzo e maggio.

Le batterie dei trasmettitori non dovevano durare oltre l'estate, e infatti smisero gradualmente di funzionare. Tutte, tranne una. Il 30 agosto 2007, quando una pittima chiamata E7 partì dall'Alaska, stava ancora trasmettendo.

I ricercatori seguirono l'uccello che oltrepassava in volo le Hawaii, poi le Figi e infine, il 7 settembre, l'estremità nordoccidentale della Nuova Zelanda. «Eravamo tutti sulle spine, perché la batteria stava per esaurirsi», ricorda Tibbitts. Quella sera E7 atterrò sul Firth of Thames, dopo una traversata di 11.500 chilometri durata otto giorni e otto notti: a tutt'oggi la più lunga migrazione in volo mai documentata.

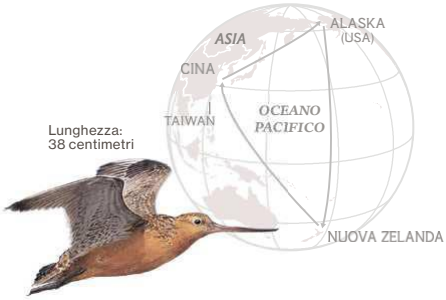
Il monitoraggio della rotta di E7 non fece che aumentare la curiosità che da sempre ispirano le migrazioni degli uccelli. Dove vanno? Come fanno a volare così lontano? Oggi i progressi della localizzazione via satellite e di altre tecnologie stanno permettendo ai ricercatori di esplorare questi interrogativi con una precisione mai raggiunta finora.

AVANZANDO NEL VERDE magnifico di una foresta boreale dell'Alberta, in Canada, l'ecologo Michael Hallworth sta in ascolto per sentire i richiami della parula del Connecticut. Dopo aver avvistato un maschio che avevano marcato in precedenza con un dispositivo elettronico, Hallworth e colleghi hanno subito montato una rete sottile fra due alberi. Nascosto dietro un albero, Hallworth ha fatto partire la registrazione del canto di un maschio di parula. Era uno stratagemma per spingere l'animale a controllare se un rivale si fosse

JONATHAN HARROD, MINDEN PICTURES

Il Mar Giallo è una tappa importantissima per milioni di uccelli acquatici in migrazione. Ma lo sviluppo inarrestabile lungo le coste cinesi e sudcoreane sta riducendo gli habitat necessari agli uccelli per nutrirsi e riposare. Con la cementificazione delle zone di marea, i trampolieri, ma anche pittime, piovanelli e chiurli sono costretti a competere per il cibo nei brevi tratti fangosi.

GEORGE STEINMETZ



PITTIMA MINORE
Riproduzione: da maggio ad agosto

MAPPE NGM (TUTTE)
ILLUSTRAZIONI DEGLI UCCELLI: FERNANDO G. BAPTISTA (TUTTE)

Nella riserva naturale Bosque del Apache, in New Mexico, una coppia di gru canadesi esegue una danza di corteggiamento. La riserva è stata istituita nel 1939 per proteggere gli habitat di queste gru, che si riproducono nelle Montagne Rocciose e svernano negli Stati Uniti sudoccidentali e in Messico.

introdotto nel suo territorio. E infatti l'individuo marcato è volato dritto nella rete.

Hallworth lo ha liberato e con delicatezza gli ha tolto dal dorso il *data logger*, un dispositivo di geolocalizzazione che pesa meno di un grammo e che registra continuamente i livelli di luce. Dato che gli orari di alba e tramonto cambiano a seconda del luogo, gli scienziati possono analizzare i dati per risalire al percorso compiuto dall'uccello. Lo studio permetterà di stabilire con esattezza dove il passeriforme trascorre i mesi invernali. «Sappiamo che questo uccello migra in America del Sud, ma dobbiamo ancora scoprire dove», spiega Hallworth.

L'ANNO DEGLI UCCELLI

National Geographic si unisce alla National Audubon Society, BirdLife International e il Cornell Lab of Ornithology per festeggiare il centenario del Migratory Bird Treaty Act. Seguiteci durante tutto l'anno per scoprire altri servizi, libri ed eventi.

Fino agli inizi dell'Ottocento, le teorie avanzate per spiegare la scomparsa delle loro popolazioni in alcuni periodi dell'anno erano assai fantasiose. Aristotele credeva che certi uccelli si ibernassero o si trasformassero in altre specie. Nell'Europa medievale, la spiegazione per la comparsa delle oche facciabianca durante l'inverno era che crescessero sugli alberi. Nel Seicento, un ecclesiastico inglese ipotizzò che volassero sulla Luna. La prova più straordinaria della migrazione degli uccelli arrivò nel 1822, quando un cacciatore in Germania abbatté una cicogna bianca che aveva una freccia conficcata nel collo. La freccia proveniva dall'Africa centrale, e ciò spinse i naturalisti a concludere che la cicogna aveva viaggiato per migliaia di chilometri. Nel 1906 gli ornitologi cominciarono a inanellare le zampe delle cicogne bianche, scoprendo così che svernavano nell'Africa subsahariana.

Nei due secoli trascorsi dallo sparo che abbatté la cicogna trafitta, gli scienziati e gli appassionati di ornitologia hanno svelato le migrazioni di mi-

gliaia di specie di volatili. Quasi metà delle specie di uccelli conosciute è migratrice, e si sposta da un habitat all'altro con il mutare delle stagioni. Gli albatri di Laysan nidificano sulle isole tropicali del Pacifico e passano quasi metà dell'anno planando sopra l'oceano per migliaia di chilometri, fino alle coste del Giappone e della California, in cerca di cibo. Non è indispensabile avere una grande apertura alare, come dimostrano i voli compiuti dai minuscoli colibrì golarubino, che migrano in solitudine dagli areali di riproduzione degli Stati Uniti e del Canada alle stazioni di svernamento fra il sud del Messico e Panama.

GLI UCCELLI MIGRANO per sfuggire a condizioni che minacciano la loro sopravvivenza. Quando arriva l'inverno in America del Nord, i fiori da cui il colibrì golarubino sugge il nettare e gli insetti di cui si nutre scompaiono. L'uccello non ha altra scelta che spostarsi in un luogo dove il cibo è abbondante. Quando in Canada e negli Stati Uniti torna la stagione calda, il nord torna a essere abitabile perché le sue risorse alimentari sono di nuovo disponibili. Molte specie migrano fra latitudini calde e fredde, ma altre migrazioni sono causate dalle inondazioni. È il caso, per esempio, di una sottospecie americana del becco a cesoie che nidifica sui banchi sabbiosi scoperti del fiume Manú, nel bacino amazzonico. Quando agli inizi di settembre le piogge intense colpiscono la regione, gli uccelli partono per la costa del Pacifico oppure migrano in zone più elevate, per poi tornare quando il livello dell'acqua si è riabbassato.

«Gli uccelli migratori fuggono e poi ritornano in quelle zone che per una parte dell'anno sono quasi invivibili, ma che nel resto dell'anno sono ottime per riprodursi e allevare la prole», spiega l'ornitologo Ben Winger.

Queste rotte migratorie si sono formate nel corso di migliaia di anni di adattamento. È probabile che alcune specie, spinte dalla competizione per le risorse e le zone di nidificazione, si

Nel New Mexico le oche delle nevi affollano i cieli sopra la riserva Bosque del Apache. Già sull'orlo dell'estinzione, la specie si è ripresa al punto da sovrasfruttare i luoghi di riproduzione e minacciare altre specie. Le oche arrivano dal Canada settentrionale verso novembre, e passano circa tre mesi in questa zona. Alla fine di febbraio sono quasi tutte partite per i siti di riproduzione.

DONALD JESKE, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE, YOUR SHOT

OCA INDIANA
Riproduzione: da marzo a maggio

siano avventurate sempre più lontano dai loro habitat di origine. Alcuni ricercatori ipotizzano che le migrazioni siano nate quando gli uccelli dei tropici hanno ampliato i loro areali fino agli habitat temperati. Un'altra teoria è che molte specie abbiano avuto origine in zone temperate e si siano evolute per trascorrere i periodi freddi dell'anno ai tropici. «In realtà è probabile che in una certa misura siano accadute entrambe le cose», afferma Winger.

Le prove degli adattamenti che hanno portato alle rotte attuali si possono ritrovare in certe migrazioni insolite. Secondo Peter Berthold, già direttore dell'Istituto di Ornitologia del Max Planck di Radolfzell, in Germania, un esempio è dato da una popolazione di cannaiole verdognole, che dalla Germania settentrionale si sposta in Africa orientale, dove sosta per parecchie settimane per poi dirigersi in Sudafrica. «In passato questi uccelli potevano svernare poco a sud del Sahara, perché quella zona rimaneva verde a lungo; era un paradiso», spiega Berthold. «Poi è arrivato il deserto, spingendo gli uccelli a migrare più a sud».

Questi comportamenti migratori sono forse scritti nei geni, e pilotano automaticamente gli uccelli verso le loro destinazioni? Oppure gli individui giovani imparano dagli adulti dove e come migrare? Gli scienziati non hanno ancora la risposta, ma come in quasi tutte le questioni che vedono contrapposti natura e apprendimento, è probabile che la verità stia nel mezzo. «È un campo ancora nuovo», commenta il ricercatore Jesse Conklin.

Volare senza sosta dall'Alaska alla Nuova Zelanda è un'impresa quasi inconcepibile per la mente umana, perciò quando Gill parla delle pittime minori ai bambini delle scuole elementari, ricorre a un gioco per dargli un'idea dello sforzo richiesto dal viaggio. «Gli dico: "Allora, adesso alzatevi, tendete le braccia e iniziate a muoverle in cerchio, e vedete per quanto tempo riuscite a farlo"». Poi, appena iniziano a stancarsi, Gill aggiunge: «Adesso provate a continuare per otto giorni di fila». Naturalmente questo esercizio di simulazione con le braccia è un'analogia imperfetta, perché per gli uccelli volare è come camminare per gli umani, ma i bambini afferrano il messaggio.

Come altri migratori su lunghe distanze, le pittime si preparano accumulando enormi riserve di grasso nelle settimane che precedono la partenza. Per gli uccelli il grasso è un carburante, un equivalente della benzina. Al momento della partenza metà del peso corporeo delle pittime è costituita da grasso. Assomigliano a palle da croquet piumate, con uno strato adiposo sottocutaneo che può raggiungere uno spessore di tre centimetri, e un ulteriore strato che avvolge gli organi dell'addome. «Io le chiamo palle di lardo», racconta l'ornitologo Phil Battley.

Insieme al grasso corporeo aumentano anche le dimensioni dei muscoli pettorali e di quelli delle zampe. Per prepararsi al volo altri migratori su lunghe distanze, come il piovanello maggiore, riducono le dimensioni del ventriglio e di altri organi, come se fossero zavorre di cui liberarsi.

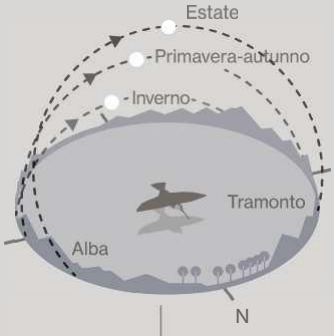
AL PARI DI ALTRE SPECIE migratrici, le pittime non fanno affidamento solo sulle proprie forze, ma sfruttano anche i venti. In genere partono dall'Alaska sul finire delle tempeste produttrici di venti che soffiano verso sud. La loro partenza dalla Nuova Zelanda coincide anche con le condizioni di viaggio più favorevoli. «Lasciando la Nuova Zelanda, trovano venti abbastanza propizi», spiega Gill, «ma poi riescono ad agganciarsi ad altri quando si dirigono a nord». Quando lasciano il Mar Giallo per l'Alaska, i venti sono cambiati di nuovo a loro favore.

I ricercatori suppongono che le pittime battano le ali per quasi tutto il viaggio, anche quando sfruttano i venti, mentre altre specie, come gli albatri, planano.

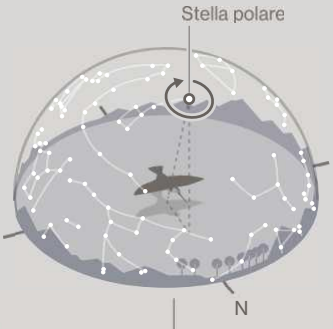
Alcune specie hanno una flessibilità sbalorditiva nel regolare i cicli del sonno. Niels Rattenborg dell'Istituto Max Planck è andato insieme ai colleghi alle isole Galápagos per studiare i ritmi del

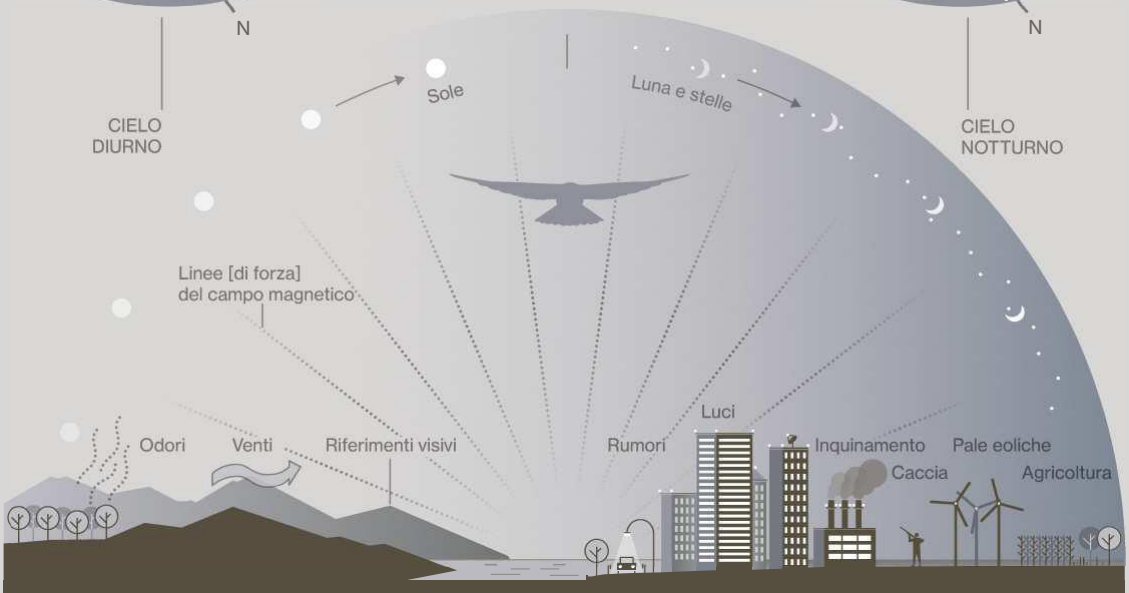
Sole, stelle e poli

Per compiere i loro viaggi, gli uccelli migratori usano molti punti di riferimento: il sole, elementi del paesaggio, le stelle e il campo magnetico terrestre. Alcuni migrano solo per brevi distanze, altri possono attraversare oceani e continenti per raggiungere i siti di nidificazione e le fonti di cibo stagionali.



MAPPE CELESTI
Gli uccelli osservano il sole e le stelle per orientarsi nella direzione giusta e dare l'avvio alle migrazioni annuali. Quando le ore di luce si riducono è probabilmente ora di migrare.

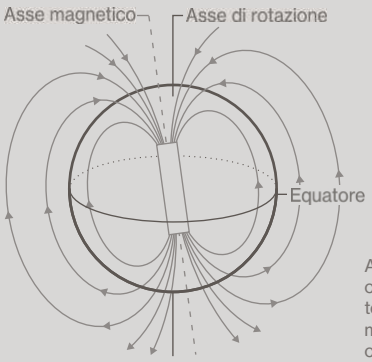


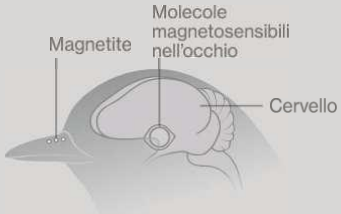


PUNTI DI RIFERIMENTO
Gli uccelli che migrano di giorno si fanno guidare da elementi del paesaggio quali montagne, fiumi e profili costieri. Spesso seguono le rotte più familiari, tornando ogni anno nelle stesse località.

OSTACOLI PERICOLOSI
Lo sviluppo umano può incidere in tanti modi sulle migrazioni degli uccelli. Le pale eoliche possono ucciderli, le luci delle città confondono i volatili notturni. Il cambiamento climatico può influire sui tempi, e sulla riuscita, dei loro viaggi.

NAVIGAZIONE MAGNETICA
Le linee [di forza] del campo magnetico terrestre sono più forti e più percepibili ai poli, dove convergono. Per trovare la rotta, gli uccelli che volano vicini all'Equatore possono affidarsi solo ad altri segnali.





Alcuni uccelli hanno sensori negli occhi che li aiutano a rilevare il campo magnetico terrestre, e nel becco della magnetite (un minerale che si comporta come un magnete) che indica la direzione in cui volare.

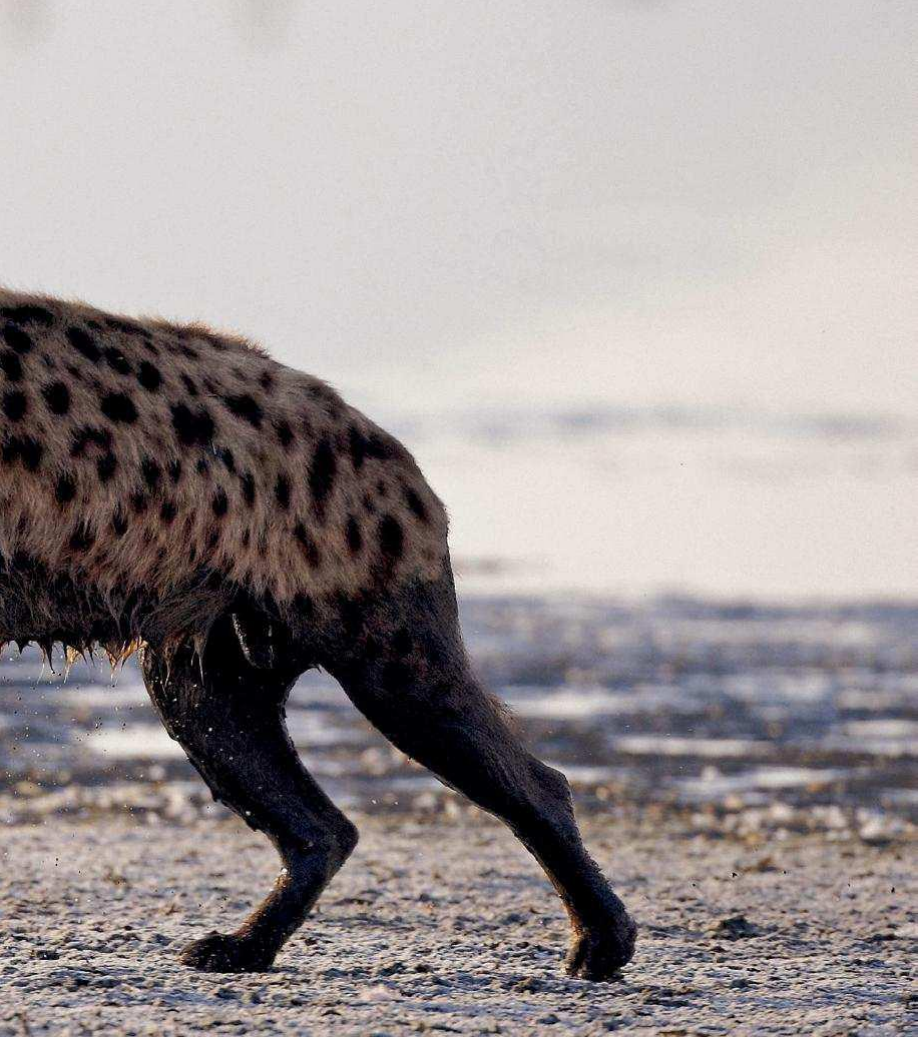
MATTHEW TWOMBLY; MESA SCHUMACHER
FONTI: ANDREW FARNSWORTH, CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY; IUCN; ANDREW IWANIUK, UNIVERSITY OF LETHBRIDGE

sonno delle fregate minori, che hanno un'apertura alare di oltre due metri e sorvolano l'Oceano Pacifico per migliaia di chilometri in cerca di cibo. Dopo aver catturato le fregate nei loro nidi, i ricercatori hanno collocato dei sensori che monitorano l'attività elettrica e applicato sulla testa dispositivi di registrazione dati, per poi liberarle. Oltre a tenere traccia della posizione e dell'altitudine delle fregate, i dispositivi hanno aiutato i ricercatori a stabilire i loro ritmi del sonno.

Dopo aver trascorso fino a dieci giorni sull'oceano, le fregate sono tornate ai nidi e la squadra di Rattenborg ha recuperato i dispositivi. I dati mostravano che gli uccelli dormivano per brevi intervalli della durata media di 12 secondi, in genere mentre planavano, per un totale di circa 42 minuti al giorno. Nulla in confronto alle 12 ore di sonno giornaliere che dormivano nei loro nidi. Per buona parte del tempo in cui sonnecchiavano in volo, le fregate addormentavano solo metà del cervello, mentre l'altra restava sveglia.

Per scoprire se le pittime abbiano dei cicli di sonno simili durante le migrazioni, i ricercatori hanno bisogno di batterie molto più piccole, cosa che secondo Rattenborg sarà fattibile presto. «È possibile che dormano un po' in volo, magari persino mentre battono le ali», dice.

Ogni tanto, da ragazzo, in Danimarca, Henrik Mouritsen avvistava un uccello che non era del luogo. Una volta fotografò una monachella del deserto, una specie a cui appartengono alcune popolazioni che dividono il loro tempo fra i siti di riproduzione sparsi per l'Asia centrale e gli habitat di svernamento dal Nordafrica all'India. «Mi chiedevo cosa diavolo fosse saltato in mente a quegli uccelli per farli volare nella direzione sbagliata», ricorda. Quella curiosità spinse Mouritsen, oggi professore all'Università di Oldenburg in Germania, a seguire le orme dei tanti ricercatori che hanno tentato di risolvere il mistero di come facciano gli uccelli a orientarsi per tornare agli stessi luoghi di riproduzione e sver-



Una iena maculata si prepara ad assaporare un fenicottero minore che ha catturato lungo le sponde del Lago Nakuru, in Kenya. Esposti ai predatori come iene e sciacalli, i fenicotteri minori cercano la salvezza nel numero: radunandosi in stormi compatti hanno più chance di minimizzare le perdite.

namento. Gli scienziati alla ricerca di questo segreto hanno scoperto che gli uccelli sembrano utilizzare svariati meccanismi.

Nel 1951 lo scienziato tedesco Gustav Kramer scoprì che gli storni europei utilizzano il Sole come bussola. Poi, negli anni Sessanta, l'ecologo Stephen Emlen allevò alcuni zigoli indaco dentro un planetario e dimostrò che si affidano alle stelle per orientarsi, proprio come i marinai dell'antichità. Circa nello stesso periodo, gli studi condotti in laboratorio sui pettirossi da una coppia di zoologi tedeschi, Wolfgang e Roswitha Wiltschko, rivelarono che gli uccelli hanno una bussola magnetica interna.

Nel 2003 Mouritsen, insieme ai colleghi William Cochran e Martin Wikelski, condusse un esperimento per studiare la navigazione dei tordi di Baird in natura, anziché in laboratorio. Inizialmente, però, i ricercatori collocarono gli uccelli in una gabbia all'aperto al tramonto, esponendoli a un campo magnetico ruotato di 70-90 gradi a est rispetto a quello terrestre. Di sera, quando nel cielo non c'era più luce, i tordi venivano liberati, con minuscoli radiotrasmettitori. I ricercatori, a bordo di auto equipaggiate con antenne, li seguivano fino a 1.100 chilometri di distanza. Il risultato fu che la prima notte gli uccelli volarono verso ovest anziché a nord. Ma nelle notti seguenti i tordi volavano verso nord, come era giusto. Da questo comportamento i ricercatori dedussero che si orientavano grazie alla loro bussola magnetica, ma ricalibrandola ogni giorno grazie a segnali provenienti dal sole al crepuscolo.

Non meraviglia che le specie migratrici utilizzino più di una bussola: molte viaggiano di notte, quando la bussola solare non funziona. Viceversa, di notte, in condizioni nuvolose, non si può contare sulla bussola celeste, e non sempre è possibile ripiegare su quella magnetica.

L'esatto meccanismo della strategia di navigazione della pittima non è ancora noto. Mouritsen ipotizza però che, come i tordi del suo

Le cicogne bianche costruiscono i nidi in luoghi elevati. Nell'Estremadura, una regione della Spagna occidentale, alcuni pali hanno salvato una colonia che viveva in un edificio abbandonato. Le migrazioni delle cicogne bianche sono variabili: alcune svernano in Africa, altre scelgono di restare in Europa.

esperimento all'aperto, le pittime si affidino alla propria bussola magnetica, per resettarla ogni volta che è visibile il sole.

Il piovanello maggiore assomiglia molto alla pittima minore, ma è più piccolo e ha il becco più corto. Come la pittima, si riproduce nell'estremo nord e d'inverno vola a sud per migliaia di chilometri. Perlustra il litorale affondando il becco sottile nel fango alla ricerca di molluschi. Ecco perché l'ecologo Jan van Gils, studioso di una sottospecie che nidifica nell'Artide e sverna in Mauritania, è rimasto perplesso nell'osservare insieme ai colleghi alcuni individui intenti a nutrirsi di erbe marine. Quando erano diventati principalmente vegetariani, e perché?

I ricercatori hanno scoperto che si trattava di individui giovani, con becchi più corti e corpi più piccoli del solito. Inoltre le dimensioni dei giovani variavano in maniera considerevole di anno in anno. Quelli nati nei periodi più caldi registrati nell'Artide avevano i corpi più piccoli e i becchi più corti. La spiegazione più plausibile è che questi individui non abbiano ricevuto abbastanza nutrimento da pulcini perché la neve si era sciolta prima del solito, cosa che ha anticipato il picco nella popolazione di insetti di cui la specie si nutre, privando i nuovi nati del cibo necessario alla crescita.

Una volta migrati in Mauritania, gli individui dal becco corto non riuscivano a sondare il fango abbastanza in profondità da trovare i molluschi. «Le erbe marine sono povere di sostanze nutritive», spiega Van Gils. «Mai ci saremmo aspettati che i piovanelli le mangiassero, ora invece lo fanno perché non hanno scelta». I ricercatori hanno poi scoperto che gli individui dal becco corto vivono meno a lungo. «La scarsità di cibo nell'Artide conduce alla morte per scarsità di cibo nei tropici».

Lo studio sul piovanello maggiore è uno dei pochi a fornire prove concrete di come i cambiamenti climatici e i danni arrecati all'ambiente possano nuocere alle specie migratrici. Negli ultimi cinquant'anni le popolazioni di molti uccelli marini si

sono ridotte drasticamente, mentre quelle di trampolieri in America del Nord sono crollate del settanta per cento dal 1973 a oggi. Alcuni dei cali più vistosi si sono verificati in quelle specie che seguono la rotta migratoria che va dall'Asia orientale all'Australasia, un gruppo che comprende piovanelli, piro-piro e pittime. Una delle principali cause sembra essere la distruzione dei siti di sosta lungo il Mar Giallo, dove i tratti fangosi lasciati scoperti dalla marea, che danno sostentamento agli uccelli, vengono continuamente soppiantati da porti, fabbriche e abitazioni.

ALLO STESSO MODO, la caccia di frodo e i cambiamenti negli usi del suolo mettono a rischio le specie migratrici che fanno la spola tra l'Europa e l'Africa e tra il Nord e il Sud America. Gli ambientalisti calcolano che ogni anno, nella sola regione del Mediterraneo, vengano catturati o uccisi tra gli 11 e i 36 milioni di uccelli, ritenendo che la sopravvivenza di specie come il fringuello e la capinera ne risulti minacciata. Nell'Africa subsahariana, gli habitat invernali di molti migratori transahariani sono diventati inospitali, man mano che sempre più terreni vengono privati della vegetazione naturale per far posto ai campi coltivati. L'industrializzazione dell'agricoltura nei luoghi di sosta ha reso difficile agli uccelli migratori la ricerca del cibo. Nelle campagne dell'Europa meridionale, per esempio, le fattorie erano inframmezzate da spazi incolti, che fornivano agli uccelli cibo in abbondanza. Oggi il paesaggio è stato reso omogeneo, con vaste distese di monocolture quali il granturco, che vengono raccolte in maniera estremamente efficiente.

«Oggi viene raccolto ogni singolo chicco, per cui non avanza nulla», spiega il ricercatore Hans-Günther Bauer. «Se un uccello è fortunato, trova un altro posto. Se è sfortunato, non lo trova, e questo è un problema serio, perché ha bisogno di accumulare scorte energetiche in vista del viaggio che dovrà affrontare». Per invertire queste tendenze allarmanti occorrerebbe tutta una serie di

JASPER DOEST

COLIBRÌ GOLARUBINO
Riproduzione: da maggio a ottobre

sforzi di conservazione, dalla protezione delle foreste e delle coste all'applicazione di leggi che vietino la cattura e l'uccisione di uccelli migratori. L'uso di nuove tecnologie di tracciatura, inclusi dispositivi di localizzazione sempre più piccoli, potrebbe aiutare a rendere questi sforzi più mirati, sostiene Pete Marra, capo dello Smithsonian Migratory Bird Center. «Le dimensioni delle popolazioni di una specie come il tordo boschereccio, che negli ultimi cinquant'anni si è ridotta di oltre il 60 per cento, sono influenzate tanto da quel che accade nei siti di riproduzione negli Stati Uniti sudorientali, quanto dalla perdita di habitat nei luoghi di svernamento in Messico e in Colombia». I ricercatori hanno scoperto che, sebbene le foreste negli habitat di svernamento vengano abbattute più in fretta, gli uccelli hanno patito di più la perdita delle foreste negli areali di riproduzione.

In un pomeriggio luminoso a Foxton Beach, in Nuova Zelanda, Jesse Conklin si avventura nella palude salmastra dell'estuario del fiume Manawatu con indosso stivali di gomma e un cappello da sole floscio, sguazzando fino alle caviglie fra le pozzanghere lasciate dalla bassa marea. Arrivato a circa 30 metri da un terrapieno sabbioso, dove è posata una mezza dozzina di pittime, Conklin sistema un telescopio sul cavalletto.

Lo scienziato olandese visita l'estuario ogni anno da un decennio. Conklin ha individuato circa 160 pittime - grazie agli anelli colorati sulle zampe - che ritornano puntualmente. Ha scoperto che alcune di loro partono ogni anno quasi lo stesso giorno, come se fossero guidate da un orologio preciso, ma si mantengono abbastanza flessibili da spostare la data della partenza per evitare condizioni di vento sfavorevoli.

Da un po' di tempo, però, gli uccelli stanno anticipando la partenza dall'estuario. Oggi le pittime osservate da Conklin partono in media con cinque giorni di anticipo rispetto al periodo fra il 2008 e il 2010. Molte passano i giorni guadagnati ingrassandosi nelle zone degradate sul Mar Giallo, per arrivare in Alaska più o meno nello stesso momento. Non si sa bene se partano prima perché hanno bisogno di una sosta più lunga o perché cercano di arrivare in Alaska prima per tenersi al passo con l'estate, anch'essa in anticipo. In ogni caso, afferma Conklin, sembra che le pittime imparino con l'esperienza, anziché attenersi a una tabella di marcia programmata geneticamente.

Quel pomeriggio, per parecchie ore, Conklin tiene il telescopio puntato sulle pittime. Alcune rimangono ferme, altre vanno in cerca di cibo nei paraggi, affondando il becco nel fango. Quando un gruppetto si avventura nell'acqua per bagnarsi e lisciarsi il piumaggio, Conklin ha un presentimento familiare. Sa che questo comportamento può preludere a una partenza.

Con il passare del pomeriggio la luce del sole si affievolisce, e il riflesso dell'acqua si fa meno tagliente. Poi una delle pittime inizia a lanciare un richiamo forte e acuto. Altre rispondono con richiami simili. La conversazione continua così per ore. Arriva in volo un'altra coppia e si unisce al gruppo. «Non so se si stiano scambiando informazioni vere e proprie, del tipo "Come vi sembra il vento adesso?", o se continuino questo chiacchiericcio per richiamare tutti gli individui che hanno voglia di partire», riflette Conklin.

Verso il tramonto, i richiami si fanno più forti; poi, a un tratto, le pittime spiccano il volo. Conklin le segue con il telescopio, contandone dieci in tutto, mentre si alzano rapide sopra l'estuario, dirette verso l'oceano aperto, prima alla rinfusa e poi disponendosi in una formazione a V.

Conklin le osserva finché non scompaiono nel cielo azzurro pallido. □

Stagliati su un cielo nuvoloso, tre cigni minori battono le ali all'unisono volando dall'Artide, dove si riproducono, verso la costa americana del Pacifico, dove sverneranno. In genere viaggiano in gruppi familiari, che possono contare più di 100 individui.

Yudhijit Bhattacharjee, collaboratore abituale del magazine, è volato in Nuova Zelanda per osservare le pittime, ma il suo tipo di volo non lo ha fatto dimagrire.

JIM BRANDENBURG, MINDEN PICTURES

Le isole dei viaggiatori volanti

Gli studi su rotte migratorie e strategie di oltre 2 miliardi di uccelli che a primavera lasciano l'Africa per nidificare in Europa.

DI GIOIA REFFO

La prima balia del Caucaso inanellata in Italia fu catturata alla fine degli anni Ottanta tra i resti del castello Barbarossa, posti a guardia di Anacapri.

A primavera gli ornitologi del Progetto Piccole Isole attendono con impazienza di aprire le reti e catturare qualche altra rarità che sceglierà questo lembo di terra in mezzo al mare per riposare dopo aver sorvolato più di 2.000 chilometri di sabbia rovente e una superficie di 1.600 chilometri d'acqua, dalle coste africane a quelle europee, prima di rimettersi in volo verso nord.

Per i migratori a lungo raggio, le centinaia di isole disposte strategicamente lungo le coste del Mediterraneo (la seconda grande barriera ecologica dopo il Sahara che attraversano nel loro lungo viaggio) sono come locande su un ponte naturale dove riprendere le forze e rifocillarsi.

Il Progetto Piccole Isole, nato nel 1998, a partire da Capri, Ventotene, Giannutri e Montecristo, si è diffuso in 48 piccole isole e lembi di costa del Mediterraneo, con l'obiettivo di studiare le rotte migratorie e le strategie utilizzate dagli oltre 2 miliardi di uccelli che, tra aprile e maggio, lasciano le foreste dell'Africa subsahariana per nidificare nel nostro continente.

«Esistevano già stazioni di inanellamento scientifico in Italia, ma la novità fu farle lavorare in contemporanea mediante protocolli standardizzati», spiega Ferdinando Spina, ornitologo dell'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e coordinatore del progetto che ha consentito a 800 tra ricercatori e volontari, appartenenti a sette paesi diversi, di inanellare oltre un milione di volatili di 120 specie.

Alcune non erano state mai segnalate prima in Europa occidentale: dall'occhiocotto di Cipro al canapino levantino, fino all'averla capirossa della sottospecie nilotica. Senza dimenticare il piccolo luì di Hume, 6 grammi di peso: «Per 10 giorni fu il protagonista assoluto della piazza di Ventotene e richiamò appassionati birdwatcher da tutta Europa», racconta Spina, convinto che il progetto abbia permesso di sviluppare sulle isole un nuovo tipo di turismo più sensibile ai temi ambientali.

Se l'inanellamento consente di valutare dati fisiologici e morfometrici degli individui, l'osservazione successiva, dopo mesi o anni, di un uccello già inanellato, attraverso una ricattura o un avvistamento, fornisce una miriade di dati preziosi sui percorsi effettuati, la durata dei voli, la velocità, i tassi di sopravvivenza e molto altro.

«Noi italiani abbiamo contribuito in maniera significativa alla scoperta di nuove rotte migratorie e a cambiare la comprensione delle strategie utilizzate dagli uccelli per attraversare il Sahara e il Mar Mediterraneo», spiega Spina. Le catture di luì forestiero e luì scuro, per esempio, hanno dimostrato come sia in atto un'espansione verso ovest delle specie asiatiche.

A preoccupare gli studiosi negli ultimi anni sono però le condizioni fisiche degli uccelli che arrivano dall'Africa, importantissime per capire come andrà la stagione riproduttiva e strettamente legate al cambiamento climatico.

Migratori come il luì verde, che svernano nelle foreste equatoriali, sono costretti ogni anno a percorrere distanze più lunghe a causa dell'e-

Il luì verde è un uccello molto schivo e particolarmente attivo, in continuo e costante movimento, cosa che ne rende ancor più difficoltosa l'osservazione.

spansione del Sahara, e arrivano stremati, avendo dovuto intaccare la massa muscolare pur di riuscire a toccare terra.

«Un'evidenza biologica che si porta dietro una responsabilità politica», sottolinea Spina, ricordando l'importanza dei luoghi dove l'avifauna possa riprendersi durante la migrazione e la responsabilità che l'Italia ha verso la conservazione dell'ambiente. Non è un caso che la prima direttiva europea in materia sia stata proprio quella sugli uccelli selvatici che obbliga gli Stati membri a fare monitoraggio.

Prima che fosse utilizzato per censire la popolazione degli uccelli acquatici negli anni Sessanta, il monitoraggio in Italia riguardava solo le specie cacciabili. «Il monitoraggio è uno strumento importantissimo per capire che cosa sta cambiando», sottolinea Alessandro Montemaggiori, ornitologo dell'Università La Sapienza di Roma e inanellatore per molti anni a Capri. «Ma per essere attendibile deve essere condotto in maniera continuata nel tempo. Purtroppo oggi le risorse dedicate ai progetti su vasta scala sono insufficienti, non permettono la formazione di nuovi ricercatori, e addirittura, è capitato, si fatica anche solo a comprare gli anelli per marcare gli uccelli».

Eppure, prosegue Montemaggiori, «sulla base dei dati raccolti si decidono le politiche ambientali di tutta Europa: dall'istituzione di aree protette all'agricoltura fino alla caccia. Dobbiamo ripartire dalle priorità e avere, come paese, una visione più ampia. Se la conservazione della natura e la ricerca non vengono mai messe a budget o nominate nei programmi politici, rischiamo di perdere per sempre una risorsa insostituibile come gli uccelli, fonte di ispirazione e bellezza senza pari». □

FOTO: FRANCO BIONDI, LAMIAFOTO, *NG ITALIA*

ADDIO

Riscaldamento climatico, siccità e sfruttamento eccessivo stanno prosciugando alcuni degli specchi d'acqua più grandi al mondo.

LAGO POOPÓ
Il letto asciutto, incrostato di sale, del lago boliviano si stende a perdita d'occhio. Pesci e uccelli sono spariti e i pescatori che traevano sostentamento dalle sue acque stanno emigrando.

LAGHI?

DI **KENNETH R. WEISS**

LE TRACCE DEGLI PNEUMATICI SI ESTENDONO A PERDITA D'OCCHIO SUL FONDO DEL LAGO.

Le seguiamo a bordo di un fuoristrada, a caccia di indizi per capire cosa sia accaduto al Poopó, il secondo lago della Bolivia in ordine di grandezza, che si è letteralmente volatilizzato nell'aria rarefatta dell'altopiano andino.

Pur trovandoci sul fondo di un lago, siamo a oltre 3.650 metri di quota, e l'aria primaverile è talmente secca da far screpolare le labbra. Come il lago si sono svuotati anche molti villaggi di pescatori che per millenni ne hanno tratto sostentamento; durante la traversata passiamo davanti a gruppi di case di adobe deserte. In lontananza scorgiamo piccole barche di alluminio che sembrano galleggiare sull'acqua, ma quando ci avviciniamo il miraggio si dissolve e le barche appaiono come sono: abbandonate nel limo. Scendo dal fuoristrada; le mie scarpe spezzano la crosta di sale, solidificata in grumi irregolari.

Ramiro Pillco Zolá, la mia guida, si incammina facendo scrocchiare il sale verso una di quelle barche malandate e semisepolte. La sua mente è affollata di ricordi d'infanzia, ricordi di quando pagaiava sul lago, parecchi anni prima che lasciasse il villaggio di San Pedro de Condo per andare a studiare idrologia; poi partì per l'Università di Lund, in Svezia, dove ottenne un dottorato in idrologia e cambiamento climatico. «Non è cosa da

LAGO POOPÓ, BOLIVIA

FOTOGRAFIE DI MAURICIO LIMA

LAGO POOPÓ I bambini di Llapallapani imparano a tessere la paglia per guadagnarsi da vivere, da adulti, vendendo cappelli, portachiavi, e altri prodotti artigianali. Gli Uru rimasti nei villaggi di pescatori sopravvivono a stento, nella speranza che il loro lago inaridito prima o poi torni a vivere.

poco», dice. «Trent'anni fa questo lago si estendeva per 3.000 chilometri quadrati. Sarà difficile che ritorni com'era».

L'acqua che un tempo copriva una superficie equivalente alla Valle d'Aosta è sparita del tutto. Vicino alla barca giace un paio di stivali neri di gomma; il cranio di un pesce brilla sbiancato sotto il sole accecante. All'improvviso il vento cala, ammantando di silenzio questo scenario post-apocalittico. Se è vero che l'acqua è vita, qui mancano senza dubbio entrambe.

A CAUSA DEL CAMBIAMENTO climatico molti laghi del pianeta si stanno riscaldando più rapidamente rispetto ai mari e all'aria. Il calore accelera l'evaporazione, un fenomeno che, se associato alla nostra cattiva gestione delle risorse naturali, aggrava la scarsità d'acqua, l'inquinamento e la perdita dell'habitat di pesci e uccelli. Ma se «il cambiamento climatico lascia impronte dovunque, non sempre sono le stesse in tutti i laghi», spiega Catherine O'Reilly, ecologa acquatica dell'Università statale dell'Illinois e co-responsabile di un gruppo di 64 scienziati che sta effettuando un censimento dei laghi di tutto il mondo.

Nella Cina orientale, per esempio, liquami e scarichi di aziende agricole hanno stimolato la fioritura di cianobatteri nel lago Tai, le cui acque calde favoriscono la crescita di questi organismi che ora minacciano le riserve d'acqua potabile di due milioni di persone. Nell'Africa orientale, il lago Tanganica si è riscaldato al punto di mettere a rischio le risorse ittiche che sfamano milioni di indigenti in quattro nazioni limitrofe. In anni recenti le acque che alimentano l'immensa diga idroelettrica di Guri sono scese a livelli talmente bassi che il governo venezuelano ha dovuto sospendere le lezioni in alcune scuole per razionare l'elettricità. Persino il Canale di Panama, dotato di recente di chiuse più ampie e profonde per consentire il passaggio di gigantesche navi da carico, è afflitto dal deficit di precipitazioni causato da El Niño che interessa il lago artificiale Gatún, dal quale dipende non solo l'attività delle chiuse ma la fornitura di acqua dolce potabile in gran parte del paese.

Tra tutti i problemi causati dal riscaldamento del pianeta nei laghi del mondo uno dei più estremi è certamente quello dei bacini idrografici chiusi, dove le acque affluiscono in un lago senza poi avere sbocco verso un fiume o un mare. Il lago privo di emissari, detto endoreico, ha tendenzialmente acque basse e salate ed è ipersensibile alle alterazioni. Un esempio disastroso è la sparizione del lago d'Aral, in Asia centrale; in questo caso, la responsabilità principale va attribuita alle ambiziose opere irrigue sovietiche, che imposero la deviazione dei fiumi che lo alimentavano.

L'azione combinata di sfruttamento eccessivo delle risorse idriche e peggioramento della siccità sta creando scenari analoghi nei bacini endoreici di quasi tutti i continenti; dalle immagini satellitari emerge la gravità delle perdite. In Africa, il lago Ciad è un'ombra di quel che era negli anni Sessanta, con un conseguente calo di risorse ittiche e irrigue, che erano già scarse in precedenza. Risorse che sono ulteriormente messe alla prova dall'arrivo di profughi e sfollati che oggi dipendono dal lago. Le carenze, così come le tensioni, stanno rinfocolando i conflitti e le migrazioni di massa che agitano il rovente e arido Sahel.

Il lago iraniano di Urmia era il più esteso lago salato del Medio Oriente dopo il Mar Caspio, ma negli ultimi 30 anni si è ridotto dell'80 per cento circa. I fenicotteri che si cibavano dei crostacei locali, le artemie, sono pressoché spariti. E lo stesso vale per i pellicani, gli aironi e le anatre. Restano solo pontili che finiscono nel nulla, carcasse arrugginite di navi affondate nella fanghiglia e distese di sale, bianche e spoglie. I venti che spazzano il letto del lago soffiano polvere di sale sui campi, rendendo a poco a poco sterile il terreno, e le tempeste di polvere mista a sale infiammano gli occhi, la pelle e i polmoni degli abitanti di Tabriz, città di oltre un milione e mezzo di anime, distante 90 chilometri dal lago. Non solo: in anni recenti, le invitanti acque turchine di Urmia si sono tinte di rosso a causa del proliferare di batteri e alghe che cambiano colore quando la salinità aumenta e la luce del sole penetra nelle acque basse. Molti turisti che una volta si affollavano su queste rive per i bagni terapeutici oggi se ne tengono alla larga.

IL LAGO CIAD, IN AFRICA, È SOLO UN'OMBRA DI QUEL CHE ERA NEGLI ANNI SESSANTA. IL LAGO DI URMIA, IN IRAN, **SI È RIDOTTO DELL'80 PER CENTO IN TRENT'ANNI**.

A Urmia il cambiamento climatico ha intensificato i periodi di siccità e aumentato le temperature estive già elevate, accelerando l'evaporazione. Ma nella zona sono stati anche realizzati migliaia di pozzi illegali e una miriade di dighe e opere irrigue che deviano le acque degli affluenti del lago verso campi di mele, grano e girasoli, e gli esperti temono che Urmia possa cadere vittima dello stesso ipersfruttamento delle risorse idriche che ha colpito il lago d'Aral. A quanto sembra, le loro voci sono arrivate a Teheran, perché il presidente iraniano Hassan Rohani si è impegnato a investire cinque miliardi di dollari per risanare il lago aumentando l'afflusso idrico dalle dighe, migliorando l'efficienza dei sistemi di irrigazione e favorendo coltivazioni che richiedono meno acqua.

Dove la cordigliera delle Ande si divide in due distinte dorsali (Occidental e Oriental) si incastona l'Altiplano della Bolivia. Qui erbe e arbusti crescono forti, abbarbicati al suolo, e la gente che ricava da vivere in questo ambiente inospitale mostra una simile resistenza alle avversità. Il lago Titicaca è situato verso l'estremità settentrionale dell'altopiano, a 3.810 metri d'altezza, sul confine tra Bolivia e Perù. Il Salar de Uyuni, di un bianco accecante, si trova all'estremità sud, a quota 3.656. Tra i due riposa il Poopó, zona di transizione fra il lago navigabile più alto e la salina più grande del mondo.

Gli esperti sospettavano da tempo che il Poopó, soffocato dai sedimenti, prima o poi si sarebbe seccato diventando un deserto di sale come il Salar de Uyuni. Tuttavia, ritenevano che sarebbe accaduto tra un migliaio di anni o anche più, spiega Milton Pérez Lovera, docente di scienze naturali al Politecnico di Oruro e membro dell'équipe che sta monitorando gli specchi d'acqua dell'Altiplano. Il processo, spiega, è stato accelerato da una combinazione di fattori: cambiamento climatico, siccità, deviazione delle acque a monte per scopi agricoli, estrazione mineraria. Lo studioso è convinto che il Poopó possa tornare a riempirsi almeno in parte, forse già da quest'anno, purché La Niña porti sulle Ande una maggior quantità di piogge; ma né lui né altri esperti sono sicuri che il lago riesca a riacquistare la sua funzione ecologica di habitat di svernamento per alcuni uccelli acquatici, fra cui tre specie di fenicotteri, una delle quali in via di estinzione. Né è dato sapere se o quando tornerà a vivere la sua ricca zona di pesca, che per millenni ha fornito sostentamento alle popolazioni indigene.

Il destino del lago Poopó è strettamente legato a quello degli Uru, gruppo indigeno noto come "il popolo dell'acqua". Negli anni, con la graduale riduzione delle dimensioni e della profondità del lago, i pescatori uru sono stati costretti a spingersi sempre più al largo per gettare le loro reti. Nel 2014 e nel 2015 si sono verificate varie morìe di pesci in concomitanza con l'aumento delle temperature del lago, arrivate a 15-25 gradi sopra la media; sul pelo dell'acqua galleggiavano milioni di carcasse a pancia in su. Il ministero della Salute boliviano ha incaricato Franz Ascui Zuna di monitorare Llapallapani, il più grande villaggio uru; quando Ascui Zuna ha registrato una temperatura dell'acqua di 38 gradi, la sua diagnosi è stata che il lago «aveva la febbre».

In breve tempo anatre, aironi, fenicotteri e altri uccelli tipici della zona hanno cominciato a morire di fame o ad abbandonare il lago, che nel 2015 è evaporato del tutto, quando sulle sue acque surriscaldate hanno cominciato a soffiare i venti dell'Altiplano. Il governo, dopo aver dichiarato lo stato di calamità naturale, ha inviato scorte di pasta, riso, olio da cucina e zucchero a tutte le famiglie dei villaggi vicini. Poi le piogge hanno rimpinguato una porzione del lago, inducendo le autorità federali, all'inizio del 2017, a festeggiare e a pubblicare foto

LAGO DI URMIA, IRAN

FOTOGRAFIE DI NEWSHA TAVAKOLIAN

I turisti fanno il bagno nelle acque arrossate da batteri e alghe. Urmia è sempre stata una meta prediletta dai turisti di tutto l'Iran, ma dagli anni Ottanta il lago si è ridotto dell'80% e il numero dei visitatori è sceso drasticamente. Si teme che quella attuale sia l'ultima generazione che potrà bagnarsi in queste acque.

LAGO DI URMIA Reza Manafzadeh lavora in un'azienda ortofrutticola sulle rive del lago salato, dove i campi vengono irrigati con acqua industriale riciclata trasportata da autobotti. «Sono preoccupato per il futuro di mio figlio», dice. «Se in Iran mancherà l'acqua, i nostri ragazzi perderanno interesse per il paese».

dell'area scattate dall'elicottero. Ma qualche tempo dopo, recandosi a visitare il lago, il presidente boliviano Evo Morales ha confermato ciò che gli abitanti del posto già sapevano: il sottile strato d'acqua si stava contraendo rapidamente. Le immagini riprese dal satellite nell'ottobre 2017 mostravano di nuovo un lago pressoché asciutto.

Morales ha cercato di respingere qualsiasi accusa di responsabilità mossa al governo, puntando il dito sui cicli naturali di inaridimento e rigenerazione. E in effetti è già accaduto che il lago si sia seccato e rigenerato; l'ultima volta è stato alla metà degli Anni Novanta. Eppure, gli esperti sottolineano che da allora la situazione è peggiorata. Per il bacino come per la povera gente che vi abita, la vita oggi è sempre più precaria.

SULLA STRADA per il villaggio di Puñaca Tinta María incontriamo un uomo anziano in stivali di gomma e cappello di paglia, chino a mescolare con una zappetta argilla e acqua salata presa da un pozzo scavato a mano. Da quando il lago si è seccato, Féliz Mauricio si affanna ogni giorno per costruire mattoni di adobe con fango e paglia. «Non c'è più il lago, non c'è più il pesce, non c'è più niente», dice il settantasettenne, che discende da una lunga stirpe di pescatori indigeni. Oltre a essere un anziano rispettato nella comunità degli Uru, Mauricio è noto per la bravura con cui costruisce piccole barche da pesca usando gigantesche canne lacustri dette *totora*.

Mauricio, sua moglie e sua figlia sono tra le poche famiglie rimaste nelle case di adobe sulle sponde di quello che una volta era il lago Poopó; un figlio è andato altrove a fare il pastore, un altro lavora come operaio edile nella città di Cochabamba. Anche i suoi vicini di Puñaca Tinta María e di altri villaggi si sono sparsi come paglia al vento. Qualcuno ha trovato impiego in Cile o in Argentina, negli stabilimenti tessili e nelle fabbriche di abbigliamento; altri si sono trasferiti in città e lavorano alla giornata o nelle miniere di stagno, piombo, argento. A decine sono partiti per le saline del Salar de Uyuni, precorrendo quello che potrebbe essere il futuro del loro amato Poopó. *(Continua a pag. 83)*

LAGO DI URMIA

Del porto di Rahmanlu non restano altro che edifici vuoti e barche abbandonate. Quando c'era acqua nel lago, le automobili si mettevano in coda sul molo per salire sul traghetto che abbreviava di qualche ora il tragitto da Tabriz a Urmia.

GRANDE LAGO SALATO, STATI UNITI

FOTOGRAFIE DI CAROLYN DRAKE

Benjamin Anderson galleggia nel ramo settentrionale del lago. Benché la profondità sia di appena 30 cm, l'ipersalinità dell'acqua rende difficile sedersi sul fondo. Da metà Ottocento a oggi il volume del lago si è ridotto di quasi il 50%. Le acque del ramo settentrionale sono otto volte più salate rispetto all'Oceano.

GRANDE LAGO SALATO Durante la stagione delle anatre un giovane cacciatore si cimenta - con l'aiuto di un adulto - presso un'importante luogo di sosta per milioni di uccelli migratori. Ma il prelievo di acqua dai tributari per le esigenze umane sta sottraendo agli animali luoghi di nidificazione e fonti di cibo.

(Segue da pag. 77) Nel quadro globale, il destino degli Uru potrebbe sembrare trascurabile. Oggi ne sopravvivono circa 5.000, e di questi meno di un migliaio viveva sul lago prima che si prosciugasse. Ma i tanti che sono stati costretti ad andare via infoltiscono le schiere di persone di tutto il mondo strappate alle loro case da sconvolgimenti ambientali legati al clima. Una decina d'anni fa l'ONU preannunciò che le popolazioni indigene sarebbero state fra le prime a subire le conseguenze del cambiamento climatico, perché in molte si sostentavano grazie alla natura, praticando caccia e pesca di sussistenza. Secondo le stime del centro di monitoraggio delle migrazioni interne del Consiglio norvegese per i rifugiati, nel 2016 uragani, alluvioni, incendi boschivi, temperature estreme e altre catastrofi di origine meteorologica hanno indotto 23,5 milioni di persone ad abbandonare le proprie case: un numero decisamente superiore ai 6,9 milioni di nuovi profughi che quello stesso anno sono fuggiti a causa di conflitti e violenze.

I cosiddetti profughi ambientali hanno quindi superato il numero di coloro che da decenni fuggono guerre e combattimenti. Gran parte dei primi sono in realtà sfollati interni, nel senso che restano all'interno del proprio paese; ma se valicano un confine non hanno più diritto alle tutele previste dall'ONU per i rifugiati in quanto non possono affermare di essere fuggiti da violenze o persecuzioni. «Viviamo in un'epoca che è teatro delle più grandi migrazioni forzate dai tempi della Seconda guerra mondiale», dice William Lacy Swing, direttore generale dell'Organizzazione internazionale per le migrazioni dell'ONU. «Stavolta, però, oltre alla guerra, è il clima a profilarsi come uno dei principali motivi di fuga, e sarà nostro dovere aiutare le persone afflitte dal cambiamento climatico affinché possano migrare con dignità».

PILLCO ZOLÁ GRIDA «STOP!» all'interno dell'abitacolo del nostro fuoristrada sferzato dal vento. «Torna indietro», aggiunge. Attraversando a tutta velocità una distesa piatta e sabbiosa dell'altopiano che sovrasta il Poopó siamo passati senza rendercene conto su un ponticello sopra un canale d'irrigazione. *(Continua a pag. 88)*

LAGO TANGANICA, TANZANIA

FOTOGRAFIE DI MICHAEL CHRISTOPHER BROWN

I pescatori rientrano a Kibirizi con un bottino di sardine. Ma in questo lago, sulle cui sponde si affacciano Tanzania, Repubblica Democratica del Congo, Burundi e Zambia, le barche sono troppe e i pesci pochi. Il problema è aggravato dal riscaldamento delle acque, che riduce la quantità di alghe di cui si cibano i pesci.

T.KGM.
MV: PRINC

LAGO TANGANICA

Questa imbarcazione ora in restauro attraversa regolarmente il secondo lago d'acqua dolce del mondo per volume. Milioni di persone dipendono dalle sue acque per l'approvvigionamento idrico, i trasporti e le risorse ittiche.

(Segue da pag. 83) A parte una piccola pozza che scopriamo al di là di una curva, il canale è secco, così come il vicino fiume Desaguadero. Oltre il 65 per cento dell'acqua del Poopó arriva dal Desaguadero, che nasce dal lago Titicaca e serpeggia sull'altopiano boliviano per 300 chilometri. Lungo il fiume sono stati costruiti centinaia di canali grandi e piccoli per deviare le acque verso campi coltivati e impianti minerari. Fattorie e città prelevano acqua anche dal Mauri, un grande affluente che attraversa Bolivia e Perù.

Nel bacino del Poopó si riversano dai monti circostanti altri 22 fiumi e torrenti stagionali minori, quasi tutti utilizzati per l'agricoltura o per gli impianti minerari, come quello statale per l'estrazione dello stagno nel poverissimo comune di Huanuni. A un'ora di macchina, sul fiume Tacahua, sorge una diga eretta nel 1961 che trattiene uno spesso strato di sedimenti, coperto a stento da un velo d'acqua. «Ne abbiamo cinque di queste dighe», spiega Pillco Zolá guardando dall'alto il letto del bacino mentre passiamo al di là dello sfioratore asciutto. «Non ha senso costruire dighe in una zona semiarida. Così si blocca l'acqua a monte e l'unico risultato è che l'acqua evapora».

In un anno medio, nella regione del lago Poopó cadono circa 38 centimetri di pioggia tra novembre e marzo; i sette mesi successivi sono di secca. Di recente, però, la stagione delle piogge continua a ridursi, ammesso che arrivi. L'Altiplano è stato ripetutamente colpito da periodi di siccità legati a El Niño, che in un clima più caldo saranno più frequenti, affermano gli esperti. Nel biennio 2015-2016, spiega Pérez Lovera, El Niño ha portato con sé la siccità peggiore e le temperature più calde mai registrate sull'Altiplano boliviano, che tende a intrappolare il calore fra le due cordigliere, e in un solo decennio le temperature medie sono aumentate di 0,9 gradi, accelerando la perdita d'acqua per evaporazione.

L'aumento delle temperature atmosferiche registrato nella regione andina negli ultimi 40 anni ha innescato anche il rapido arretramento dei ghiacciai e lo scioglimento della metà dei ghiacci che circondano il bacino del Titicaca e del Poopó. Quando cominciano a fondere, i ghiacciai forniscono una quantità d'acqua supplementare, spiega Dirk Hoffmann, ricercatore tedesco residente a La Paz e co-autore del libro *Bolivia in a 4-Degree Warmer World* (La Bolivia in un mondo più caldo di 4 gradi). «Probabilmente, però, il picco dell'acqua è stato già raggiunto nella maggior parte dei bacini glaciali», aggiunge Hoffmann. Il che significa che d'ora in poi l'acqua di fusione proveniente dai ghiacciai della regione diminuirà, fino a sparire del tutto.

Nel frattempo la domanda di acqua è aumentata di pari passo con l'aumento della popolazione boliviana, che dalla metà degli anni Novanta è cresciuta del 42 per cento. L'anno scorso è stato scavato un canale in un ramo del Desaguadero carico di sedimenti per velocizzare l'afflusso d'acqua nel Poopó e lo Stato ha fornito carriole, picconi e generi alimentari agli indigenti operai uru impegnati a costruire un terrapieno alto mezzo metro sul letto del lago per concentrare l'acqua in una sua piccola porzione nella speranza che durasse più a lungo. Ma per un idrologo come Pillco Zolá questi sforzi sono pressoché inutili; più realisticamente, bisognerebbe abbattere le dighe, adottare sistemi d'irrigazione più efficienti e ridurre il volume delle acque fluviali deviate. Ma c'è scarsa volontà politica di interrompere l'approvvigionamento degli agricoltori nei territori a monte, e ancor meno fondi per finanziare opere idriche; d'altra parte, la Bolivia è anche uno dei paesi più poveri dell'America Latina.

Per decisione dell'autorità peruviano-boliviana che amministra il Titicaca sono state realizzate delle chiuse per consentire l'immissione di un maggior quantitativo d'acqua nell'alveo del Desaguadero negli anni di secca. Ma con l'aumento della domanda di acqua a monte del lago, in Perù, queste chiuse in un futuro neanche troppo lontano potrebbero risultare inutili. Secondo Mark Bush, paleoecologo del Florida Institute of Technology, basta anche un calo minimo nel livello delle acque del Titicaca per arrestare il deflusso del fiume; è già successo in tre occasioni, benché in tempi lontani.

«L'Altiplano è particolarmente sensibile all'evaporazione», dice Bush, e anche se i modelli climatici non fotografano bene la situazione andina, aggiunge, la regione potrebbe presto entrare in crisi. «È possibile che già alla metà del secolo le

«VIVIAMO IN UN'EPOCA TEATRO DELLE PIÙ GRANDI **MIGRAZIONI FORZATE** DAI TEMPI DELLA SECONDA GUERRA MONDIALE. SARÀ NOSTRO DOVERE AIUTARE LE PERSONE **AFFLITTE DAL CAMBIAMENTO CLIMATICO** AFFINCHÉ POSSANO MIGRARE CON DIGNITÀ».

William Lacy Swing, direttore generale dell'Organizzazione internazionale per le migrazioni delle Nazioni Unite.

temperature siano aumentate di almeno un grado, il che ci porterebbe pericolosamente vicino a un'ingente riduzione di volume del Titicaca, se non addirittura alla sua totale evaporazione».

A SUD DEL POOPÓ, sull'altopiano, la costa del lago cede il passo a un paesaggio ancora più arido, popolato da rocce scolpite dai venti, greggi di lama, alpaca e pecore e da alcune vigogne allo stato brado, spesso raggruppate nei pressi dei cartelli di divieto di caccia piazzati lungo la strada. All'inizio della primavera, gran parte del territorio appare brullo e il suolo resta nudo dopo la raccolta della quinoa che dovrà placare l'insaziabile appetito di europei e americani, grandi consumatori di questo pseudocereale altamente proteico.

Il tempismo, purtroppo, è infelice: prima che vengano piantate le nuove coltivazioni dell'anno, i venti che spirano dal deserto cileno dell'Atacama spazzano i campi vuoti, soffiando verso il lago il doppio delle tonnellate di sedimenti rispetto a quando erbe e arbusti nativi non erano stati ancora estirpati per far spazio alla produzione di quinoa. Risultato: il lago, un tempo profondo tre metri e mezzo, si sta riempiendo di sabbia e polvere più rapidamente del previsto.

Al di là dell'Altiplano, la superficie del Salar de Uyuni appare interrotta solo da strade e da mucchi di sale prelevato dal suolo per essere trasportato negli stabilimenti in cui verrà confezionato. È questo il futuro di Poopó? Paulino Flores, già figura di spicco della comunità uru, spera di no; per sicurezza, però, si sta preparando. Insieme alla famiglia, il cinquantasettenne si è trasferito nel vicino paese di Colchani ed è andato a lavorare in uno stabilimento che produce sale.

Lui stesso, che dice di conoscere ormai benissimo il procedimento per la produzione del sale, ha valutato l'idea di impiantare uno stabilimento sulle rive del Poopó in collaborazione con il Centro de Ecología y Pueblos Andinos, un'organizzazione non governativa che - riferisce il suo direttore esecutivo Gilberto Pauwels - sta esaminando ogni possibilità per aiutare gli Uru a sviluppare altri mezzi di sostentamento, a preservare le loro comunità e a tenere viva la loro cultura. Puñaca Tinta María è solo uno dei tanti villaggi sorti intorno a un lago ormai secco e semiabbandonati da pescatori e cacciatori che oggi faticano a sfamare la famiglia. E lo stesso schema si ripete in tutto il mondo.

Flores sogna che il lago torni quello di una volta, che tornino pesci e uccelli. Parla con nostalgia della sua vita di un tempo, dell'adolescenza in cui andava a caccia e a pesca con il padre e i parenti, della vita che ruotava intorno al lago Poopó. Gli Uru si ritengono discendenti dei primi esseri umani che 3.700 anni or sono si stabilirono sull'Altiplano; da uno studio genetico condotto nel 2013 risulta che potrebbero avere ragione, avendo particolari caratteri ancestrali probabilmente derivati da antiche stirpi andine. Questo popolo indipendente, che un tempo viveva su isole galleggianti fatte di canne, è sopravvissuto all'Impero Inca e alla brutale conquista spagnola. Ma oggi è la scomparsa del lago che pone gli Uru di fronte a una possibile diaspora. «Senza il lago, il popolo Uru non esiste», dice Flores. «Perché il lago ci dà da mangiare e ci dà un futuro». □

Laureato in antropologia all'Università della California a Berkeley, **Kenneth R. Weiss** è un giornalista freelance che risiede a Carpinteria, in California. Nel 2007 ha vinto un premio Pulitzer per il giornalismo divulgativo.

ROMA,

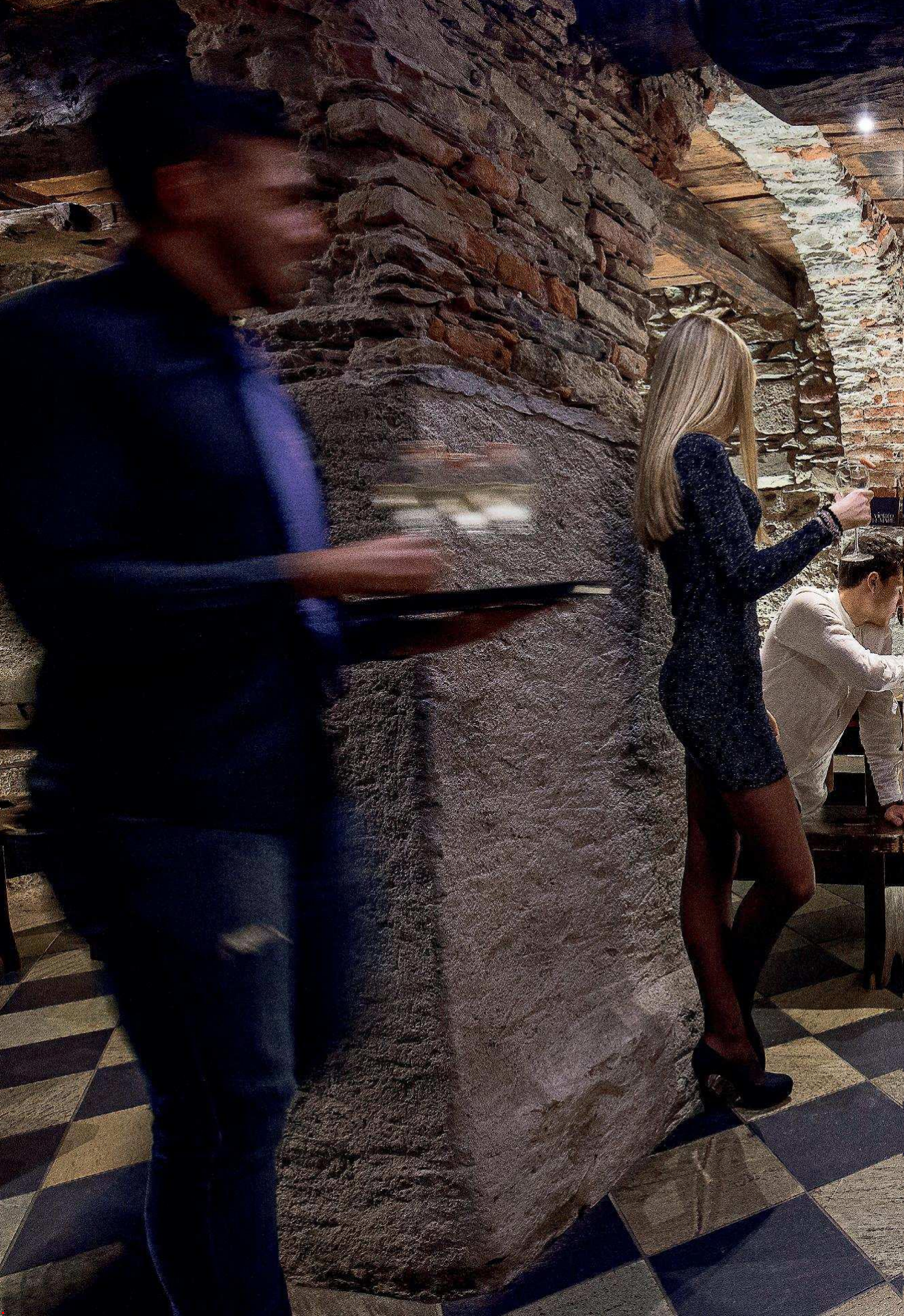
La città di Aosta conserva splendidi resti

Aosta, l'imponente Arco di Augusto, edificato nel 25 a.C. e restaurato nel 1912, costituiva l'ingresso orientale della città murata di Augusta Praetoria.

LE FOTO DI QUESTO SERVIZIO SONO STATE REALIZZATE SU CONCESSIONE DELLA REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

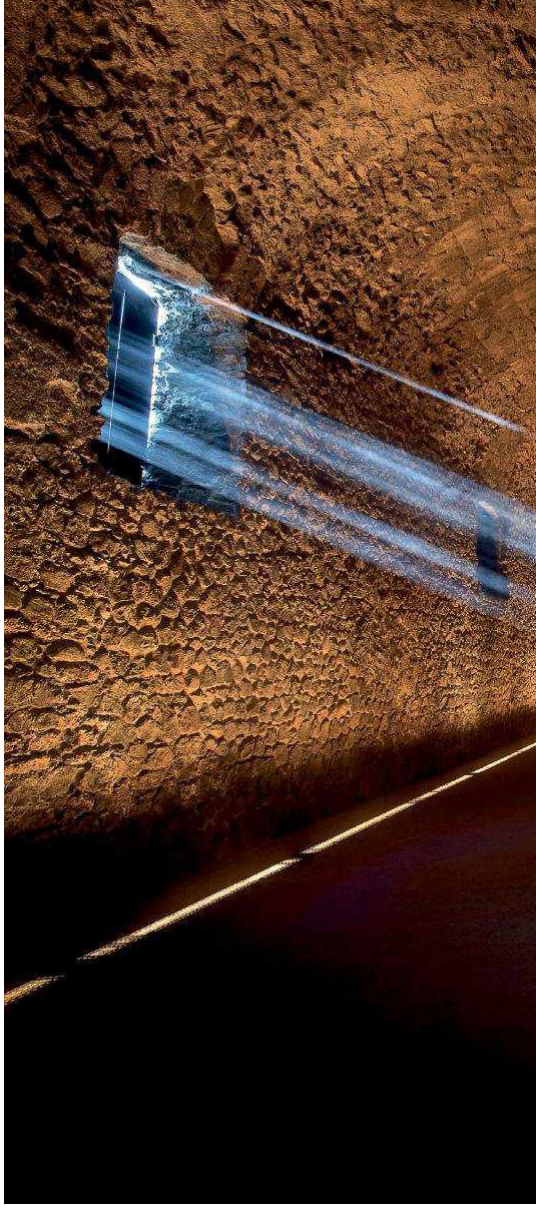
VALLE D'AOSTA

romani dell'Età augustea, ma anche misteri insoluti che stimolano la curiosità degli archeologi.



Nell'enoteca Ad Forum in via De Sales ad Aosta si beve e si mangia circondati dai resti romani, tra i quali una colonna intera in buono stato di conservazione, appartenenti all'antico complesso forense della città augustea.

di Enrico Martinet
fotografie di Stefano Torrione



Elisabeth ascolta la guida turistica e bisbiglia commenti all'amica di viaggio. Dalle bocche di lupo filtrano fasci di luce nella struttura ipogea, pilastri, grandi arcate. Seguono il gigantesco corridoio che piega ad angolo retto verso occidente. Elisabeth sorride, ma quando svolta l'angolo, di fronte ai quasi cento metri di archi romani allineati alla perfezione, scivola a terra. È la Sindrome di Stendhal, un malore per una meraviglia che sazia ogni senso e ti ruba la coscienza almeno per un attimo.

La luce è un raggio sottile nella penombra degli archi costruiti 25 anni prima della nascita di Cristo. Sotterranei dell'area sacra di Augusta Praetoria, l'Aosta di oggi. Sopra quelle arcate migliaia di operai costruirono il cuore del *castrum* della città nata ai confini delle Gallie, ultima provincia italica a Nord-Ovest: templi, foro, sede delle istituzioni, terme.

L'americana Elisabeth sapeva tutto ciò, veniva da un lungo viaggio in Italia, ma non si aspettava di ritrovare Roma fra le Alpi. Faceva un percorso inverso a quello di Stendhal, che a soli 17 anni, in fuga da un esame di matematica a Parigi, si arruolò nell'armata di Napoleone Bonaparte, salì al valico del Gran San Bernardo nel maggio del 1800 e scese in Valle d'Aosta per la prima Campagna d'Italia del console guerriero.

Il colle a 2.473 metri di altitudine era stato l'obiettivo di un altro console, ma romano, prima che Cesare si infilasse tra i monti e sconfiggesse le tribù celtiche. Era il 143 avanti Cristo quando Gaio Claudio Pulcro affrontò i Salassi, antenati dei valdostani. Voleva il trionfo, l'onore di Roma. Subì una sconfitta. Le sue legioni furono ricacciate. La piana dell'Aosta di oggi, fra due fiumi, la Dora Baltea e il Buthier, aveva soltanto campi. I Salassi erano al sicuro sulla collina a Nord, sui due lati della forra scavata dal Buthier, porta verso l'*Alpis Poenina*, il colle (oggi Gran San Bernardo) che portava a Octodurus, Martigny, in Svizzera. L'altro valico era a Ovest, l'*Alpis Graia* (oggi Piccolo San Bernardo) in direzione di Lugdunum, la francese Lione. Tempi di Cesare. Erano le vie delle Gallie che i Romani volevano controllare. La loro conquista oltralpe dipendeva da quella ipsilon disegnata fra i monti. E di lì passavano i mercanti di orci e anfore, economia che preparava la conquista.

Quasi due millenni più tardi Stendhal percorse in divisa e dietro il cavallo bianco di un Napoleone infuriato un tratto di Via delle Gallie scavato nella roccia. Aggirava il promontorio della fortezza di Bard dove un risoluto e baffuto ufficiale boemo, con un pugno di soldati, resistette una settimana a Napoleone. Il generale

Il monumentale Criptoportico Forense di Aosta, anch'esso di epoca augustea, delimitava l'area sacra del foro di Augusta Praetoria. A oggi, la sua funzione specifica resta ignota agli archeologi.

infuriato, mentre scendeva in ritardo verso la pianura per le cannonate del boemo, ordinò l'annientamento della fortezza. E così fu. Venne ricostruita ai tempi di un giovane Cavour.

Poco oltre il promontorio, prima che le rocce scivolino in piana sulla riva sinistra della Dora, un arco individua il punto dove la roccia rossastra fu scalpellata per 222 metri di lunghezza e quasi 13 di altezza. Lavoro da schiavi per un monumento alla progettualità di Roma. Pochi chilometri dopo la Via delle Gallie oltrepassa le acque del Lys, alimentate dai ghiacci del Monte Rosa di Gressoney, con un ponte a un arco solo, fra i più ampi mai costruiti dagli ingegneri di Roma: poco meno di 32 metri.

Quel ponte incrocia la cristianità, il Medioevo con i suoi riti e il Carnevale, festa di mascheramento, libagioni e soprattutto libertà. Su quel ponte San Martino incontrò il diavolo in cerca di un'anima da rapire e dannare e riuscì a imbrogliarlo. Quel primo essere vivente che Belzebù si fece promettere era un cane.

Ancora oggi il Carnevale storico di Pont-Saint-Martin mescola aneddoti, ricorda i consoli romani, le legioni, San Martino e il diavolo, il cui simulacro finisce appeso alla chiave di volta del ponte e brucia nel martedì grasso. Alla fine del primo secolo avanti Cristo le Alpi di Nord-Ovest divennero romane. E Gaio Giulio

Il complesso archeologico del Teatro Romano, punto di riferimento di Aosta, visto dal Convento di Santa Caterina che ospitava originariamente l'anfiteatro nell'area attuale del meleto.

Ottaviano, grazie alla sua strategia e alla sua generosità nell'anticipare al popolo l'eredità di suo zio, Cesare, seppe conquistarsi con l'arma della politica un Senato deciso a difendere la Repubblica e riuscì a trasformarla in quella che oggi chiameremmo monarchia parlamentare. Imperatore, Augusto appunto.

E dopo tante guerre, dopo l'assassinio di Cesare, il primo imperatore dei Romani puntò a consolidare i confini. Eporedia, oggi Ivrea, era già stata costruita nel primo anno del secolo, ma ci voleva un'altra città più vicina ai valichi. Augusto istituì il corpo dei Pretoriani e li mandò nella pianura da dove si dividevano le due strade per i colli e la Gallia. Ne trasferì 3.000 dopo la vittoria definitiva sui Salassi del generale Aulo Terenzio Varrone Murena. Era il 25 avanti Cristo, Ottaviano aveva 38 anni e poteva contare su due amicizie importanti e fondamentali per il futuro del suo lungo regno: Gaio Cilnio Mecenate, il più ricco di Roma, che offrì con intellettuali e artisti l'appoggio all'imperatore, e Marco Vipsanio Agrippa, uomo di spada e architetto. La sua opera fu condensata in una frase celebre di Augusto: "Ho trovato una città di mattoni, ve la restituisco di marmo".

Fu Vipsanio Agrippa l'architetto di Augusta Praetoria? Alessandra Armirotti, archeologa esperta dell'età romana, funzionaria della sovrintendenza ai Beni culturali della Regione Valle d'Aosta, allarga le braccia: «Non lo sappiamo», dice. «Non ci sono documenti, nulla è rimasto del catasto e le fonti storiche non ne parlano». L'potesi è comunque plausibile perché nello stesso periodo in cui i pretoriani si occuparono di organizzare e proteggere i cantieri della città a ridosso delle montagne, l'architetto dell'imperatore progettò Augusta Emerita, l'odierna Merida, nella Spagna sudoccidentale. Entrambe ebbero l'area di spettacolo (teatro e anfiteatro) all'interno delle mura. Sia Merida sia Aosta sono anche definite oggi la Roma di Spagna, l'una, e la Roma delle Alpi l'altra, per quanto conservato della loro origine.

Le mura del *castrum* rettangolare nella pianura dei due fiumi, Dora e Buthier, sono ancora visibili per intero, seppur con qualche breccia. Aosta ha ancora il suo cuore dentro le mura, costruite sui resti delle 64 *insulae*, i quartieri d'epoca romana. Cinta muraria imponente, di 727,50 metri (da Est a Ovest) per 574. Con l'incrocio perpendicolare delle due vie principali (il decumano orientato da Est a Ovest e il cardo da Sud a Nord) non a metà, ma spostato verso occidente.

Una città militare, che per la sua vicinanza ai confini con la Gallia doveva assolvere anche - secondo il volere di Augusto - una necessità simbolica, mostrare forza e bellezza. Così sulla piana tra i due fiumi riluceva al sole una città bianca, con le mura alte sei metri e mezzo rivestite di una

A Donnas ,"Pinuccio" Nicco va alle vigne a cui lavora lungo la strada romana delle Gallie, che collegava Roma alla Valle del Rodano. Sono ancora visibili i solchi dei carri che transitavano sulla strada scavata nella roccia.

roccia calcarea quasi candida. Quattro porte, la principale, la Praetoria, rivolta a oriente, doppia, imponente. Venti le torri quadrate tra quelle delle porte e del perimetro della cinta muraria. Una via diretta collegava la Porta Praetoria al biglietto da visita della città, l'arco onorario ad Augusto.

Oggi mantiene quella forza comunicativa. In più, rispetto al 25 avanti Cristo, ha un tetto in lose a proteggerlo e un grande crocifisso sotto la volta; in meno, l'attico andato distrutto su cui c'era l'iscrizione con lettere di bronzo dorato in omaggio all'imperatore. I Romani portarono con sé l'arte di costruire e di scrivere. «Eppure», continua Armirotti, «non ci sono nomi su quanto ritrovato delle case. Non sappiamo neppure chi fosse il governatore della città». Possibile che la sua *domus* fosse nell'insula numero 30, vicino al municipio odierno, oppure scelse quella villa ritrovata per caso nel 1971, zona Nord, oltre le mura, dove comincia la collina? In entrambe la ricchezza di quanto rimasto dei mosaici dei pavimenti e le dimensioni indicano abitazioni patrizie con superfici per ospitare incontri.

È ipotizzabile che la grande villa fuori le mura della seconda metà del primo secolo avanti Cristo potesse essere l'abitazione di chi aveva il potere e la responsabilità di edificare la nuova città nel cuore delle Alpi. *(Continua a pag. 104)*

Suore del convento di Santa Caterina di Aosta tra le arcate dell'anfiteatro, che risale al I secolo d.C. La fila di arcate con pilastri decorati da colonne di marmo dell'antico teatro oggi fa parte del complesso del convento.

Un momento del carnevale storico sul ponte romano di Pont Saint-Martin, nella bassa Valle d'Aosta, considerato tra i più grandi dell'antichità. Costruito nel I secolo a.C., vanta una campata unica di ben 32 metri.

La statua del santo sul Colle del Piccolo San Bernardo (2.188 metri) poggia sulla copia di un'antica colonna romana. La *Alpis Graia*, l'antica strada romana, passava proprio per questo valico.

(Segue da pag. 99) Le decorazioni dei pavimenti sono identiche a quelle di Pompei: il mosaico del *tablinum*, il salone degli incontri, oppure quello dei *cubicula*, camere da letto, con piccole tessere che disegnano un rosone. Nella *domus* del centro cittadino è emerso un pavimento colorato in *opus sectile*, un incastro di piastrelle di marmo triangolari e quadrate. «Stavo togliendo l'ultimo strato di terra dal pavimento e sono emersi i colori di queste tessere di marmo», racconta Armirotti. «Un'emozione indescrivibile. Mi sono commossa». Azzurro, viola, giallo, bianco e un blu intenso a delimitare il perimetro. Per un'archeologa c'è sempre uno scavo da desiderare più di un altro. «Già», risponde Armirotti. «Il mio è poter scavare nell'area dell'anfiteatro», che si trova nell'angolo Nord-Est della città.

Teatro più in basso e anfiteatro proprio accanto alle mura appartengono al I secolo dopo Cristo. Furono abbattute alcune *insulae* per far posto agli edifici per lo spettacolo. E l'anfiteatro è rimasto privato. Le sue arcate sono parte del convento di Santa Caterina delle suore di San Giuseppe; la sua grande platea, ellisse di 94 metri e mezzo per 86, è un meleto. Qua e là affiorano murature, bocche nel verde o nella neve e le suore curano il frutteto con centinaia di meli. Quando quest'area ricreativa fu completata il regno di

Augusto era già tramontato. Ma proprio lì, nell'angolo più remoto della cinta muraria, cominciò la costruzione di Augusta Praetoria. E lì sorsero i suoi monumenti più imponenti.

Lo si è scoperto solo di recente, nel ristrutturare la grande torre d'angolo di Nord-Est che il Medioevo consegnò al balivo dei Savoia, la modernità alle carceri e l'oggi offre a un luogo di studio e di arte, il conservatorio. In una delle pietre angolari della torre c'è la firma di Ottaviano Augusto e della sua volontà di pace e progresso. Sulle due facce in vista i pretoriani fecero scolpire tre falli, un aratro e il segno zodiacale caro all'imperatore, il Capricorno: non quello di nascita ma l'ascendente.

Altro Aosta non ha dell'imperatore che la fondò, se non una *applique* che lo raffigura di profilo e giovane. Dettagli splendidi, come il piccolo busto di Giove trovato alla vigilia della Prima Guerra mondiale al colle del Piccolo San Bernardo; una piccola pantera o la Venere in miniatura con esilissimi bracciali d'oro in scavi accanto alle mura.

Migliaia di oggetti in vetro, in ceramica, per i vivi e per i morti, fra resti di *domus* e sepolture. *Ex voto* ed epigrafi a decine, lettere, frasi scolpite su lapidi. Anche di liberti, in onore di padroni che li avevano resi liberi. Oppure omaggi all'amore, come questa iscrizione funeraria su una stele: "Mentre era ancora in vita Titus Ofilius Amethystus pose per sé e per Ofilia Aphrodite, sposa diletta". Proprio vicino alla porta Nord della città, a qualche passo dall'odierna piazza Roncas e nelle vicinanze del Museo archeologico regionale, nel 1728 furono ritrovati i sarcofaghi della sacerdotessa dell'imperatrice, Octavia Elpidia (della famiglia di Augusto) e del suo bambino Octavianus Elpidius.

Documenti di pietra. Come la grande iscrizione del 3 avanti Cristo sulla facciata nord di una meraviglia architettonica privata. All'imbocco della vallata di Cogne, un ponte acquedotto di una sola arcata di 14 metri e 20 centimetri di luce supera grazie a due pilastri poggiati su rocce levigate la forra profonda 56 metri sul torrente Grand Eyvia che scende dal Gran Paradiso. Siamo a Pont-d'Ael e un imprenditore edile di Padova fece costruire il ponte. In alto scorreva l'acqua, e poco sotto una galleria interna larga un metro e 10, illuminata da piccole feritoie, era il passaggio degli uomini.

Nella muratura, appena sopra la chiave di volta, la carta d'identità del proprietario: "Caius Avillius Caimus, figlio di Caius, patavino". Poco più sotto un'altra iscrizione: "*Privatum*". Il ponte è stato di recente ristrutturato dalla sovrintendenza e il passaggio interno è stato pavimentato con lastre di vetro per poter vedere la struttura, ideata con comparti vuoti per alleggerirla.

Genio e semplicità, come il criptoportico che sospese i sensi di Elisabeth. □

SPECIALE: QUESTIONE DI PELLE

ESSERI UMANI PUNTO E BASTA

In passato si è usato il termine "razza" per definirci e dividerci; oggi sappiamo che non ha alcuna base scientifica.

IL TIMORE DEGLI "ALTRI"

Fin dalla nascita, tendiamo a favorire il "nostro" gruppo e a differenziarci dagli "altri". La scienza può cambiare questo atteggiamento?

ITALIANI *DE FACTO*

Sono nati in Italia ma non hanno gli stessi diritti degli altri cittadini.

PAURA BIANCA

Entro il 2044 i bianchi non ispanici negli Stati Uniti saranno meno del 50%. E qualcuno si sente minacciato.

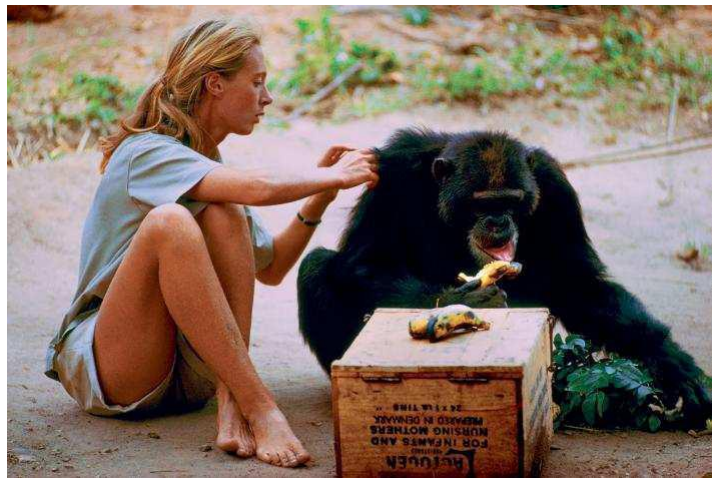
FOTO: ROBIN HAMMOND

RIINA: LE VERITA' NASCOSTE

Martedì 20 marzo alle 20.55

Nato in una famiglia di contadini il 16 novembre 1930, a 19 anni Totò Riina finisce nel carcere dell'Ucciardone per aver ucciso in una rissa un suo coetaneo. Ma la sua carriera criminale inizia con Luciano Liggio e la sua banda. La strage di viale Lazio a Palermo nel 1969 lo porta agli onori della cronaca. La sua ascesa alla vetta di Cosa Nostra da quel momento è continua e insanguinata. C'è lui dietro la morte dei magistrati Falcone e Borsellino e dietro le vendette ordite contro i pentiti del maxiprocesso palermitano, iniziato nel 1986. Il 15 gennaio 1993 la sua vita di boss in latitanza si conclude con l'arresto che lo costringe a 25 anni di reclusione sotto il regime del 41 bis. Da quella condizione di carcere duro però Totò Riina non abdica mai davvero dal suo ruolo di boss fino alla morte lo scorso 17 novembre.

Riina: le verità nascoste ripercorre la vita del boss attraverso le parole di chi l'ha combattuto, come Gian Carlo Caselli, ex procuratore della Repubblica di Palermo, Sergio Lari, procuratore generale di Caltanissetta, chi l'ha affiancato, come Gaspare Mutolo, autista e braccio destro di Riina, o il pentito Santino Di Matteo.



JANE

Domenica 18 marzo alle 20.55

NATIONAL GEOGRAPHIC | HD

Con oltre 100 ore di filmati inediti rimasti nascosti per 50 anni negli archivi di National Geographic, *Jane* racconta la storia di Jane Goodall, che con le sue ricerche sugli scimpanzé ha rivoluzionato gli studi sui primati conquistando credibilità e consenso in un ambiente considerato prettamente maschile. Con la regia di Brett Morgen (candidato all'Oscar per il documentario *On the ropes*), e la colonna sonora di Philip Glass, *Jane* offre un ritratto intimo e senza precedenti. Nel 1960 Jane Goodall si trasferisce in Tanzania per studiare gli scimpanzé, sfidando i metodi di ricerca convenzionali e scopre che questi animali sono molto più intelligenti di quanto si pensasse e che utilizzano strumenti per procacciarsi il cibo. Nel 1964 il filmaker Hugo van Lawick viene mandato a seguire il lavoro della Goodall, tra loro nasce l'amore, si sposano e hanno un figlio.

ONE STRANGE ROCK: PIANETA TERRA

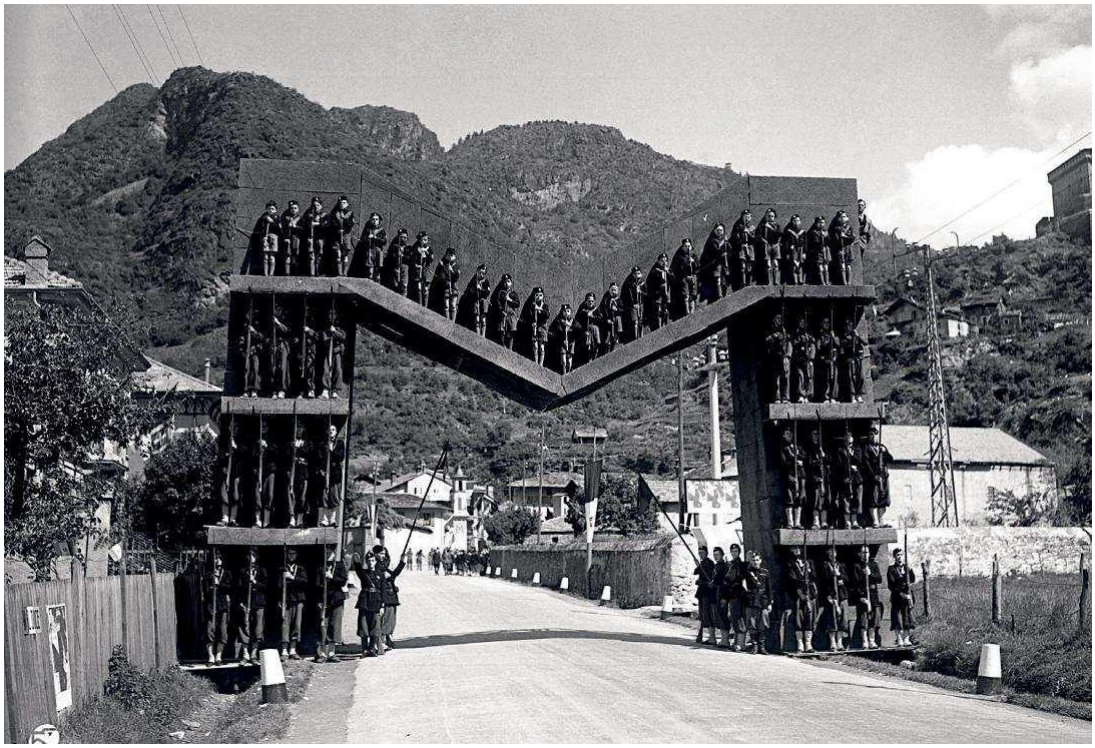
Dal 27 marzo, ogni martedì alle 20.55

Arriva su National Geographic la nuova serie evento firmata dal regista Darren Aronofsky (*Madre!, Il cigno nero, Requiem for a dream)* con protagonista Will Smith (due nomination agli Oscar per *Ali* e *La ricerca della felicità*).

Will Smith accompagna lo spettatore in un viaggio epico attraverso il globo, in 45 paesi del mondo per arrivare fino allo spazio cosmico. *One Strange Rock* ricostruisce infatti l'affascinante storia del pianeta Terra, ricco di vita e al contempo parte di uno spazio per lo più sconosciuto e ostile.

A raccontare questa storia un gruppo di astronauti che ci mostreranno il nostro mondo da una prospettiva unica, quella della Terra vista dallo spazio. *One strange rock* ripercorre le straordinarie coincidenze che hanno permesso alla vita di nascere e prosperare sul nostro pianeta. La serie affronta temi quali la genesi della vita, la morte, i grandi eventi cosmici, l'intelligenza umana e i tentativi in corso per rendere abitabile un altro pianeta.

FOTO: HUGO VAN LAWICK, NGC (IN ALTO); AXELLE/BAUER-GRIFFIN/FILMMAGIC (SOPRA)



IL POTERE DEL CATTIVO GUSTO

di Marina Conti

Nell'articolo sulla Valle D'Aosta romana di questo numero, Enrico Martinet racconta di una turista svenuta per la meraviglia alla vista di archi romani costruiti 25 anni prima della nascita di Cristo (sindrome di Stendhal).

Anche questa foto, scattata nella stessa regione nel 1939, può suscitare un mancamento, per via del cattivo gusto, però. La grazia di un borgo di origini pre-romane sfregiata da una coreografia pacchiana, una lettera M, brulicante di giovani balilla schierati per accogliere la visita di Mussolini a Verrès (italianizzato in Castel Verres dal '39 al '46) durante il suo viaggio in Valle D'Aosta. Placche, manifesti, scritte indelebili, fotografie, cartoline, ritratti. Uno degli imperativi del regime - come di altre dittature - era l'onnipresenza del duce, che colonizzava le vite degli italiani in molte forme e con svariati mezzi. Con un tratto distintivo: l'estetica del volgare, del kitsch e del brutto imposta ovunque.

Quella lettera, M, simbolo della vanità di un dittatore, che esigeva di modellare lo spazio pubblico in base al suo gusto, campeggiava su monumenti ed edifici, in coreografie, gare celebrative, perfino sulle bretelle dei figli della Lupa.

FOTO: ISTITUTO LUCE/GESTIONE ARCHIVI ALINARI, FIRENZE

PER SOTTOSCRIVERE UN ABBONAMENTO A NATIONAL GEOGRAPHIC ITALIA, PER ORDINARE I COFANETTI RACCOGLITORI E I NUMERI ARRETRATI DELLA RIVISTA, COLLEGATEVI AL SITO WWW.NATIONAL-GEOGRAPHIC.IT OPPURE TELEFONATE 0864.256266. FAX 02.26681991 (DAL LUNEDÌ AL VENERDÌ ORE 9-18). EMAIL: ABBONAMENTI@SOMEDIA.IT EMAIL: ARRETRATI@SOMEDIA.IT

BATTERE IL CANCRO CON LE INFEZIONI

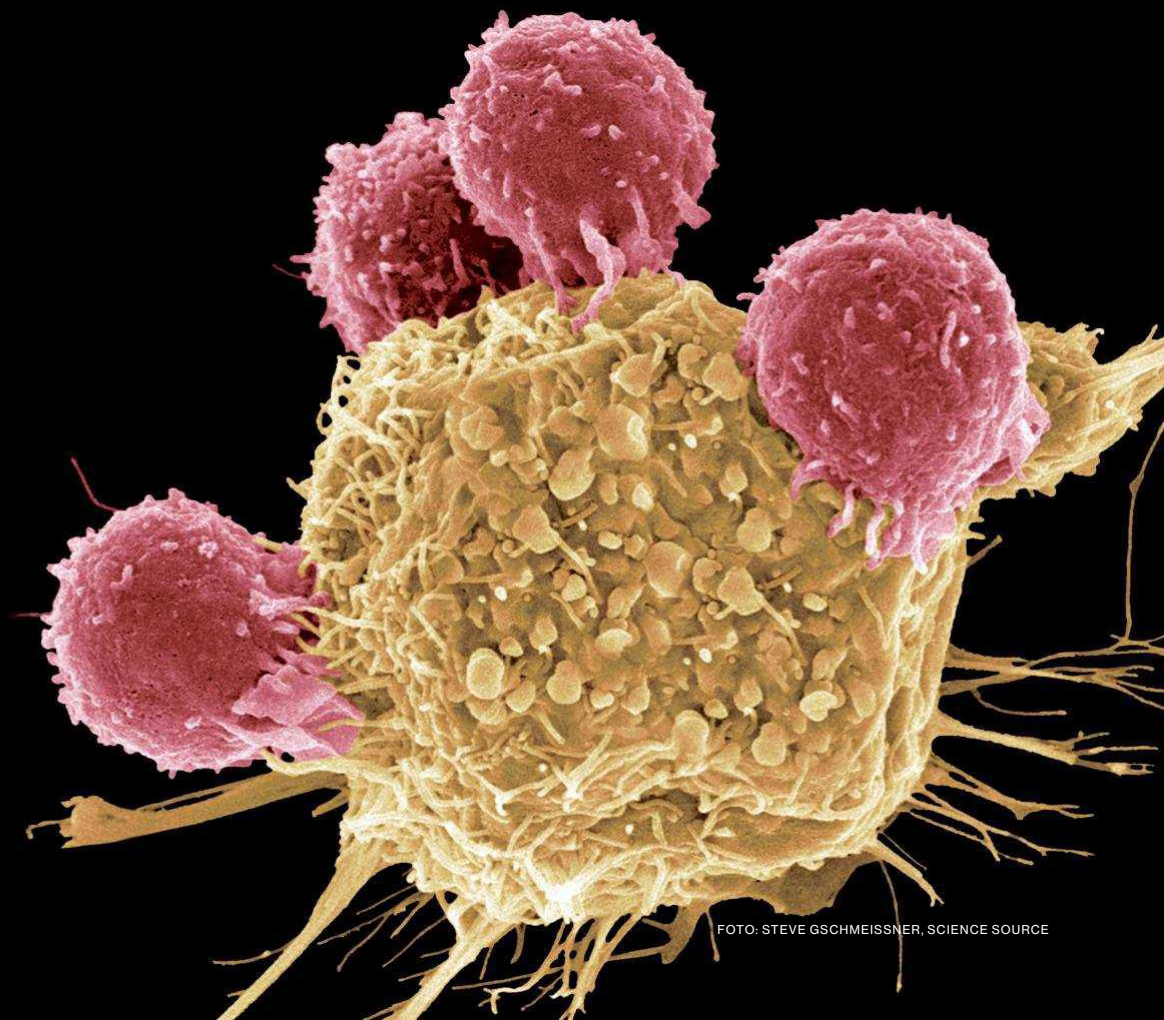
di Erika Engelhaupt

I farmaci antitumorali di ultima generazione si basano su un'idea di oltre cent'anni fa: combattere il cancro con il sistema immunitario. Nel 1891 William Coley, un chirurgo di New York, osservò come alcuni tumori sembrassero regredire dopo un'infezione. Seguendo un'intuizione, iniettò dei batteri in un paziente affetto da tumore del collo incurabile e il tumore iniziò a rimpicciolirsi.

Oggi l'immunoterapia è il settore più interessante della ricerca oncologica. Gli studiosi hanno compreso che le infezioni possono stimolare il sistema immunitario, scatenando linfociti T contro le cellule estranee, incluse quelle tumorali.

La ricerca sta anche trovando nuovi modi per potenziare questi attacchi immunitari, come farmaci che privano le cellule tumorali del "travestimento" usato per nascondersi dai linfociti T. Alcuni approcci tolgono i freni al sistema immunitario, altri lo accelerano o rimuovono gli ostacoli molecolari o cellulari, spiega Elfriede Noessner, ricercatrice all'Istituto tedesco di ricerca per la salute ambientale, che ha dotato i linfociti T di una molecola aggiuntiva che ne rafforza la risposta contro le cellule tumorali, progettata per innescarsi all'interno del tumore.

Non tutti i tumori rispondono all'immunoterapia, ma i ricercatori stanno iniziando a comprendere i processi genetici che rendono alcuni vulnerabili agli attacchi immunitari. Secondo Noessner, presto saremo in grado di trattare diverse forme tumorali con terapie combinate, usando anche anticorpi per rimuovere le barriere immunologiche. «Credo che saranno molto utilizzati», commenta.



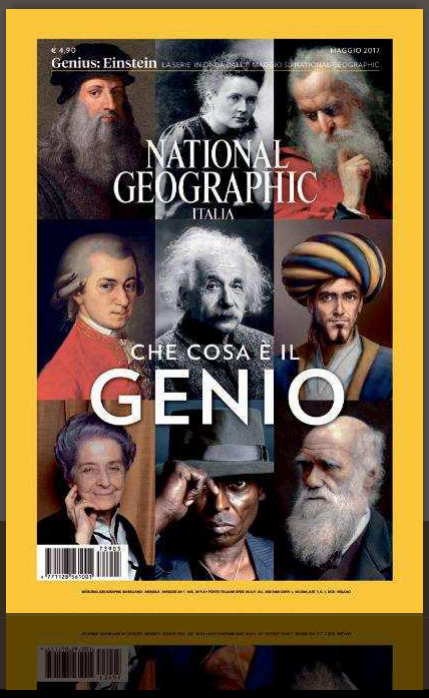
Nuove terapie anticancro aiuteranno i linfociti T del sistema immunitario (in rosa) a trovare e attaccare le cellule tumorali (in giallo).

FOTO: STEVE GSCHMEISSNER, SCIENCE SOURCE

NATIONAL GEOGRAPHIC

UNO SPETTACOLO PER GLI OCCHI E PER IL CUORE

Foto: Michael Nichols/National Geographic



ABBONATI A CONDIZIONI ECCEZIONALI

per ricevere comodamente a casa tua National Geographic.

SCONTO 34%

1 ANNO A SOLI €39,00 ~~€58,80~~

SCONTO 41%

2 ANNI A SOLI €69,00 ~~€117,60~~

ABBONARSI È COMODO, FACILE E VELOCE!

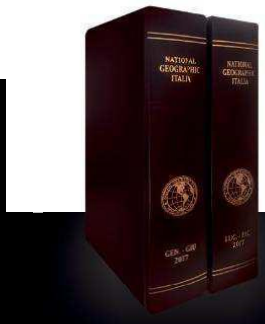
Collegati a www.ilmioabbonamento.it/844H96

Chiama il numero 0864.256266

Per conservare tutte le riviste assicurati gli eleganti cofanetti con incisioni in oro a caldo.

PER TE A SOLI €17,50 PER DUE SEMESTRI

Collegati a www.servizioclientinational.repubblica.it



ROGER

MOSCHINO

EAU DE PARFUM